R. BIBLIOTECA NAZIONALE
B. Prov.
II
1686
NAPOLI
VITT. EM. III

BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio

Palchetto

Num.° d' ordine 9/28069

B. Prov.
II
1086

Digitized by Google

Digitized by Google

ÉLÉMENS
D'HISTOIRE NATURELLE
MÉDICALE.

TOME TROISIEME.

MINÉRALOGIE.

Digitized by Google

PARIS. — IMPRIMERIE DE FÉLIX LOCQUIN,
rue Notre-Dame-des-Victoires, 16.

10925

PRÉCIS ÉLÉMENTAIRE

DE

MINÉRALOGIE

CONTENANT

DES NOTIONS GÉNÉRALES SUR LA MINÉRALOGIE ET LA DESCRIPTION DE TOUTES LES ESPÈCES EMPLOYÉES DANS LES ARTS ET PARTICULIÈREMENT LA MÉDECINE.

PAR M. ACHILLE RICHARD,

PROFESSEUR D'HISTOIRE NATURELLE MÉDICALE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS, MEMBRE DE L'INSTITUT, DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MÉDECINE, DES SOCIÉTÉS PHILOMATIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE, ETC.

PARIS,

BÉCHET JEUNE,

LIBRAIRE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS,

PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE, N° 4.

1835.

Digitized by Google

PRÉFACE.

Jusqu'à l'époque où j'ai eu l'honneur d'être nommé professeur à la faculté de médecine de Paris, l'enseignement de l'histoire naturelle médicale, se bornait à une seule des trois branches de cette science, la botanique. Il est vrai que par ses applications plus nombreuses à

la matière médicale, la botanique justifiait en quelque sorte la préférence exclusive qui lui avait été accordée pendant si long-temps. Mais néanmoins les deux autres branches, la zoologie et la minéralogie méritent également d'entrer dans les études médicales, parce que l'une et l'autre ont, comme la botanique, des applications nombreuses et importantes à plusieurs des parties dont se compose la médecine. Aussi déjà dans les cours particuliers que j'ai faits pendant si long-temps, donnais-je des notions générales de zoologie comprenant la classification des animaux, les caractères des principales divisions établies dans le règne animal, avec l'indication dans chacune d'elles, des espèces qui offrent de l'intérêt sous le point de vue médical.

Lorsque je publiai en 1831, la seconde édition de mes *Élémens d'histoire naturelle médicale*, je me bornai à quelques généralités très abrégées sur la Minéralogie. Mais depuis cette époque l'expérience m'a démontré l'insuffisance de ces généralités. J'ai reconnu que pour être consé-

quent, je devais traiter la minéralogie comme je l'avais fait pour la botanique et la zoologie, c'est-à-dire donner d'abord les notions générales qui servent de base à la science et y joindre la description des espèces qui présentent de l'intérêt par leurs propriétés médicales, ou leurs usages journaliers dans les arts. C'est aussi ce que je me suis efforcé de faire depuis cette époque dans mes cours publics.

S'il n'est pas nécessaire que le médecin soit un profond naturaliste, également versé dans tous les détails de la science immense qu'on nomme histoire naturelle, il n'en est pas moins vrai qu'il doit avoir une connaissance au moins générale de cette science et des principaux traits caractéristiques des grandes divisions qui y sont établies. Le médecin regretterait d'autant plus de n'avoir point acquis ces notions générales et élémentaires, que leur connaissance lui est presqu'indispensable et qu'elle n'exige de sa part qu'un peu d'application et de temps.

C'est pour concourir, autant qu'il dépend de nous, à compléter cette partie des études mé-

dicales, que nous nous sommes décidés à publier ces notions générales de Minéralogie; elles serviront à remplir une lacune que nous avions laissée dans nos *Élémens d'histoire naturelle médicale*, et à diriger dans l'étude de la Minéralogie les jeunes gens qui se vouent à la pratique de la médecine et de la pharmacie.

Mais hâtons-nous de prévenir que nous n'avons nullement eu l'intention de publier ici un traité complet de Minéralogie : une semblable prétention est bien loin du but plus modeste et plus circonscrit que nous nous sommes proposé. La science possède en ce genre des ouvrages de premier ordre, avec lesquels nous n'aurions jamais eu ni le courage ni la volonté d'entrer en concurrence. Destinant spécialement notre livre aux personnes qui s'appliquent à l'étude des sciences médicales, nous n'avons dû y faire entrer que des notions générales sur les élémens de la Minéralogie et nous borner à la description des espèces qui nous ont paru offrir de l'importance par leur emploi dans la médecine ou les arts. Nous en avons donc élagué la des-

cription de toutes celles en si grand nombre, qui, examinées sous ce point de vue ne présentaient aucun intérêt.

Un coup d'œil jeté rapidement sur la marche que nous avons suivie, et le plan d'après lequel nous avons rédigé cette partie de l'histoire naturelle médicale, fera beaucoup mieux connaître le but que nous nous sommes proposé.

L'ouvrage est divisé en deux parties : la première comprend les *Généralités* de la science; la seconde la *Description* particulière *des espèces*. Dans les généralités nous traitons successivement des *propriétés physiques* et *chimiques* des minéraux, qui fournissent les caractères à l'aide desquels on distingue entre elles les diverses espèces. Nous parlons ensuite du *gisement* des minéraux, c'est-à-dire de leur manière d'être dans la nature. Ce sujet nous amène à donner quelques notions générales de *Géologie*. Ainsi nous examinons successivement l'âge relatif des différentes couches du globe, leur division en six ordres ou terrains. Nous faisons connaître les principales matières dont ces différens terrains se

composent ; la nature des roches de chaque espèce de terrain, et enfin nous terminons par quelques observations sur les principales hypothèses qui ont été émises pour expliquer la formation des diverses couches du globe.

Dans cette première partie nous exposons aussi avec quelques détails, les diverses classifications proposées par les minéralogistes, après avoir bien défini les mots d'*individu* et d'*espèce*.

La seconde partie est consacrée à la description particulière des espèces qui nous ont paru offrir de l'intérêt à cause de leurs propriétés ou de leurs usages. Nous adoptons ici la division des minéraux en trois grandes classes : 1° les corps métalloïdes ; 2° les métaux hétéropsides, et 3° les métaux autopsides ou métaux proprement dits.

Dans la classe des métaux hétéropsides, nous établissons, à l'exemple de M. Alexandre Brongniart, trois ordres fondés sur l'insolubilité ou la solubilité plus ou moins grande des oxides de ces métaux. Dans la troisième classe se trouvent deux ordres : le premier comprend les mé-

taux autopsides électro-positifs, et le second les métaux autopsides électro-négatifs.

Dans chacune de ces divisions, nous avons décrit avec quelques détails les espèces les plus importantes. Quelquefois nous nous sommes bornés à une simple indication, quand ces espèces n'offraient qu'un intérêt très-secondaire.

En général nous pouvons affirmer que plus des trois quarts des descriptions d'espèces que nous présentons ici, ont été faites d'après nature, c'est-à-dire ayant les échantillons même sous les yeux. Cependant nous nous sommes bien souvent aidés des ouvrages fondamentaux de la science, et, en particulier de ceux d'Haüy, de MM. Berzélius, Brongniart, Brochant et surtout de M. Beudant. Le traité élémentaire de Minéralogie que ce savant a publié est sans contredit le meilleur que nous possédions, et celui auquel nous avons constamment renvoyé les personnes qui veulent approfondir cette science. Si au milieu de ces excellens ouvrages, nous avons cru devoir en publier un, c'est qu'il nous a paru qu'aucun de ces illustres savans ne s'était pro-

posé le même but que nous, c'est-à-dire de ne choisir et de ne décrire que les espèces que leurs usages dans les arts et plus particulièrement dans la médecine, rendent utiles à connaître pour le médecin et le pharmacien.

Paris, ce 1er mars 1835.

TABLE

ANALYTIQUE DES MATIERES.

PREMIÈRE PARTIE.

GÉNÉRALITÉS.

Définition de la minéralogie, page 1. Division de la minéralogie en minéralogie proprement dite et en géologie, 2. Subdivision de la minéralogie proprement dite, 3.

PROPRIÉTÉS et CARACTÈRES PHYSIQUES des mineraux, 4. Forme des minéraux, *ibid.*

CHAPITRE I. Formes régulières des minéraux, 5. § I. Constance, variation et mesure des angles, 7. Goniomètres, 8. § II. Formes cristallines simples, qu'on observe le plus communément, 9. § III. Réduction de toutes les formes cristallines à six types, 11. 1er type : *système du cube*, 13. 2e type : *système du rhomboèdre*, 15. 3e type : *système du prisme droit à base carrée*, 17. 4e type, *système du prisme droit à base rectangle*, id. 5e type : *système du prisme oblique à base rectangle*, 18. 6e type : *système du prisme oblique à base de parallélogramme obliquangle*, 19. § IV. Des causes du changement de formes dans un même système cristallin, 19. Théorie des décroissemens, 21. § V. Des cristaux groupés ou altérés, 22. § VI. Du clivage, 23. Forme primitive, 25.

CHAPITRE II. Formes irrégulières des minéraux, 26. I. Den-

drites, *ibid.* II. Stalactites, 27. III. Stalagmites, *ibid.* IV. Oolithes, 28. V. Formes nodulaires, *ibid.* VI. Galets ou cailloux roulés, 29. VII. Formes dues au retrait, *ibid.* VIII. Formes empruntées, 30. IX. Epigénie, 31.

CHAPITRE III. De la structure des minéraux, 31. Régulière ou irrégulière, 32. Structure lamellaire, *ibid.* Structure saccharoïde, 33. Structure schisteuse ou feuilletée, fibreuse, granulaire, oolithique, *ibid.* Structure cellulaire ou poreuse, stratiforme ou en couches, organique, 34.

CHAPITRE IV. De la cassure, 34.

CHAPITRE V. Poids spécifique ou densité, 35. Exemple du poids spécifique de quelques métaux, 37.

CHAPITRE VI. Caractères optiques des minéraux, 38. § I. Transparence, *ibid.* § II. Réfraction, 39. § III. Couleurs, 40. § IV. Phosphorescence, 41. § V. Eclat, 42.

CHAPITRE VII. Des degrés de résistance aux actions mécaniques, 43. § I. Elasticité, *ibid.* § II. Dureté, *ibid.* § III. Ténacité, 45. § IV. Flexibilité, *ibid* § IV. Ductilité et malléabilité, 46.

CHAPITRE VIII. Electricité et magnétisme, 46. Expériences de M. Becquerel, 47. Magnétisme, 48

CHAPITRE IX. Propriétés diverses, 48. Saveurs, *ibid.* Odeur, *ibid.* Action sur le toucher, 49. Efflorescence, *ibid.* Déliquescence, 50.

PROPRIÉTÉS ET CARACTÈRES CHIMIQUES des minéraux, 50. Composition des substances minérales, *ibid.* Corps simples qu'on trouve à l'état natif, 51. Isomorphie, 52. Isomérie, 53. Division des corps d'après leur état électrique, 54. Tableau électrique des corps simples, 55.

CHAPITRE I. Analyse par la voie sèche. 58. Du chalumeau, *ibid.* Par son emploi on peut obtenir 1° la simple altération, 59; 2° la fusion, *ibid.*; 3° la volatilisation, 60. Réactifs solides dont on fait usage, *ibid.*

CHAPITRE II. Analyse par la voie humide, 62. Caractères pour reconnaître les oxides, 63. Les sulfures, *ibid.* Les chlorures, *ibid.* Les sels, 64. 1° Reconnaître l'acide d'un sel, *ibid.* Caractères des différens acides, *ibid.* 2° Reconnaître la

base, 66. Caractères des différentes bases, 67. Tableaux synoptiques des caractères des bases et des acides, 73.

Du gisement des minéraux, 74. Les couches, *ibid.* Les amas, *ib.* Les filons, *ibid.* Les veines, 75. Etat de dissémination, *ibid.*

Age des couches du globe, 76.

Division des terrains en six ordres, 79.

Principales matières formant les différens terrains, 80. 1° Quarz hyalin ou cristal de roche, *ibid.* 2° Feldspath orthose, 81. Feldspath albite, *ibid.* 3° Mica, *ibid.* Talc, 82. 4° Serpentines, *ibid.* 5° Amphibole, *ibid* Tremolite ou grammatite, 83. Actinote, *ibid.* Hornblende, *ibid.* 6° Diallage, *ibid.* 7° Augite, *ibid.* 8° Calcaire, *ibid.* 9° Gypse, 85.

Principales roches des divers terrains, 85.

1re Période : *Terrains primitifs*, 85. 1° Granit, *ibid.* 2° Protogyne, 86. 3° Gneiss, *ibid.* 4° Leptinite, *ibid.* 5° Pegmatite, *ib.* 6° Micaschiste, 87. 7° Schiste argilleux, *ibid.* 8° Siénite, *ibid.* 9° Diorite, 88.

2e Période : *Terrains intermédiaires*, 89. Phyllade, 90. Grès, *ibid.*

3e Période : *Terrains secondaires*, 90. 1° Série houillière, 91. 2° Série secondaire inférieure, *ibid.* Lias ou calcaire alpin, 92. Calcaire jurassique ou oolithique, *ibid.* 3° Série crétacée, 92.

4e Période : *Terrains tertiaires*, 93.

5e Période : *Terrains diluviens et postdiluviens*, 85. 1° Terrains diluviens, *ibid.* 2° Terrains alluviens ou postdiluviens, 96.

6° *Terrains volcaniques*, 96. Volcans en activité et volcans éteints, 97. Phénomènes des éruptions volcaniques, 98. Matières vomies par l'ouverture ou cratère. 100. Cratères d'éruption et cratères de soulèvement, 103. Solfatarres, *ibid.* Division des terrains volcaniques en trois espèces. 1° Le terrain trachytique, 104. 2° Le terrain basaltique, *ibid.* 3° Le terrain de laves, 105.

Quelques observations sur la formation des diverses couches du globe, 107. Hypothèse de Descartes, 108. De Thomas Burnet, *ibid.* De Léibnitz, 109. De Whiston, 110 De Buffon, *ib.*

De Delaplace, 111. Forme de la terre, 112. On distingue dans la vie de la terre deux périodes. 1° *Période d'incandescence*, 113. 2° *Période de refroidissement*, 115. Soulèvemens, 123. Exemples de soulèvemens récens. Théorie de M. Elie de Beaumont sur l'âge relatif des chaînes de montagnes, 128.

Des classifications minéralogiques, 130. Définition de l'individu et de l'espèce en minéralogie, 132. Distinction des classifications minéralogiques en quatre ordres, 134.

1° Classifications fondées sur les caractères extérieurs, 135.

2° Classifications fondées sur les caractères extérieurs et la composition chimique, 136. Méthode de Werner, *ibid.* Méthode d'Hausmann, 139.

3° Classifications fondées uniquement sur la composition chimique, 139. Méthode de Haüy, 140. Méthode de M. Berzélius, 143. Nouvelle méthode de M. Berzélius, 145. Méthode de M. Alexandre Brongniart, 154. Méthode de M. Beudant, 158.

4° Classifications établies d'après les formes cristallines, 164. Romé de l'Isles, *ibid.* Weiss, 167. Mohs, *ibid.* Bresdorf, 169.

Tableau méthodique des espèces minérales disposées suivant la méthode de M. Beudant, 171.

DEUXIÈME PARTIE.

—

DESCRIPTION DES ESPÈCES.

—

1re CLASSE : MÉTALLOIDES.

Pages.

1er Genre : Soufre..... 193

1re Espèce : Soufre natif..... 194

Pages.

2e Espèce : Acide sulfureux..... 196
3e Espèce : Acide sulfurique..... 197

2e Genre : CHLORE..... 198
Espèce unique : Acide hydrochlorique..... 199

3e Genre : BORE..... *ibid.*
Espèce unique : Acide borique hydraté..... 200

4e Genre : SILICIUM..... 201
1re Espèce : Quarz..... *ibid.*
I. Quarz hyalin ou cristal de roche..... 202
II. Quarz agathe..... 203
2e Espèce : Opale ou quarz résinite..... 205
Silicates..... 206
Tourmaline..... 208

5e Genre : CARBONE..... 209
1re Espèce : Carbone pur ou diamant.... 210
Appendice contenant les matières charbonneuses, bitumineuses et résineuses fossiles..... 213
Anthracite..... *ibid.*
Houille ou charbon de terre.. 214
Lignite..... 216
Terre d'ombre..... 217
Tourbe..... *ibid.*
Bitumes..... 219
1 *Bitumes liquides*..... *ibid.*
1° Le naphte..... *ibid.*
2° Le pétrole..... 220
3° La malthe..... 221
2 *Bitumes solides*..... *ibid.*
4° L'asphalte..... *ibid.*
5° Le bitume élastique..... 222
Succin ..... *ibid.*

2e Espèce : Plombagine..... 224
3e Espèce : Acide carbonique..... 225

Pages.

6e Genre : Hydrogène..... 226
1re Espèce : Acide hydro-sulfurique..... 227
2e Espèce : Hydrogène semi-carboné..... 228

2e classe : **MÉTAUX HÉTÉROPSIDES.**

1er *Ordre* : Oxides insolubles..... 230
1er Genre : Zirconium ..... *ibid.*
2e Genre : Aluminium..... *ibid.*
1re Espèce : Corindon..... 231
2e Espèce : Alunite..... *ibid.*
3e Espèce : Alun..... 232
4e Espèce : Topaze..... 233
5e Espèce : Rubis ou spinelle..... 234
Argiles..... *ibid.*
1° Argile figuline..... 235
2° Argile plastique..... *ibid.*
3° Argile kaolin..... *ibid.*
4° Argile à foulon ou smectique..... *ibid.*
5° Argile ocreuse rouge ou bol d'Arménie ..... *ibid.*
6° Argile ocreuse pâle, terre sigellée. 236
7° Ocres..... *ibid.*
8° Marnes..... *ibid.*
3e Genre : Yttrium 237
4e Genre ; Glucium ou Glucynium ..... *ibid*
2 *Ordre* : Oxides un peu solubles..... 238
1er Genre : Magnésium..... *ibid.*
1re Espèce : Epsomite..... 239
2e Espèce : Giobérite..... 240
Tale ..... *ibid.*
Stéatite..... *ibid.*
Magnésite..... 241
Boracite..... *ibid.*
2e Genre : Calcium..... *ibid.*
1re Espèce : Calcaire..... *ibid.*

Pages.

2e Espèce : Gypse..... 241
3e Espèce : Chaux fluatée..... 242
4e Espèce : Chaux nitratée..... ibid.
3e Genre : STRONTIUM..... ibid.
1° Strontianite ou carbonate de strontiane. ibid.
2° Célestine, sulfate de strontiane..... 243
4e Genre : BARYUM..... ibid.
1° Carbonate de baryte..... 243
2° Sulfate de baryte..... ibid.
3e *Ordre* : Oxides très-solubles..... 244
1er Genre : LITHIUM..... ibid.
2e Genre : SODIUM..... ibid.
1re Espèce : Natron..... ibid.
Urao ou trôna..... 246
2e Espèce : Soude sulfatée effleurie..... ibid.
3e Espèce : Sel marin..... 247
4e Espèce : Borax..... 252
3e Genre : POTASSIUM..... 253
1re Espèce : Nitre ou salpêtre..... 254
2e Espèce : Potasse sulfatée..... 255
Appendice contenant les sels d'ammoniaque naturels..... 256
Sels d'ammoniaque.
1re Espèce : Ammoniaque sulfatée. ibid.
2e Espèce : Ammoniaque muriatée. 257
3e Espèce : Alun ammoniacal..... 258

3e CLASSE : **MÉTAUX AUTOPSIDES.**

Considérations générales sur les métaux... 259
1° Opacité..... 260
2° Eclat métallique..... ibid.
3° Couleur..... ibid.
4° Densité..... ibid.
5° Malléabilité..... 261
6° Ductilité..... ibid.
7° Ténacité..... ibid.

Pages.

8° Elasticité..... 261
9° Conductibilité..... 262
10° Fusibilité..... *ibid.*

Classification des métaux..... *ibid.*

1er *Ordre :* Métaux électro-négatifs..... 263

1er Genre : Arsenic..... 264
1re Espèce : Arsenic natif..... *ibid.*
2e Espèce : Arsenic oxidé..... 266
3e Espèce : Réalgar..... 268
4e Espèce : Orpiment..... 269

2e Genre : Chrôme..... 270
Espèce unique : Chrôme oxidé..... *ibid.*

3e Genre : Molybdène..... 271
Espèce unique : Molybdène sulfuré..... 272

4e Genre : Tungstène ou schéelin..... 273
1re Espèce : Wolfram..... 274
2e Espèce : Schéelite..... *ibid.*

5e Genre : Antimoine..... 275
1re Espèce : Antimoine natif..... *ibid.*
2e Espèce : Antimoine oxidé blanc..... 277
3e Espèce : Antimoine sulfuré..... *ibid.*
4e Espèce : Antimoine oxisulfuré..... 279

6e Genre : Tellure ou sylvane..... 280
Espèce tellure natif..... *ibid.*

7e Genre : Titane..... 281
1re Espèce : Titane ruthile..... 282
2e Espèce : Titane anatase..... 283

8e Genre : Tantale ou columbium..... 284
1re Espèce : Tantalite..... 285
2e Espèce : Yttrotantalite..... *ibid.*

2e *Ordre :* Métaux électro-positifs..... 286

1er Genre : Cérium..... *ibid.*

2e Genre : Manganèse..... 287
1re Espèce : Manganèse peroxidé..... 288

Digitized by Google

Pages.
2e Espèce : Manganèse hydraté cristallisé 289
3e Espèce : Manganèse oxidé prismatique..... 290
4e Espèce : Manganèse sulfuré 291
5e Espèce : Manganèse carbonaté 292
6e Espèce : Manganèse phosphaté..... ibid
3e Genre : Fer 293
1re Espèce : Fer natif..... ibid
2e Espèce : Fer oxidé magnétique..... 296
3e Espèce : Fer oligiste 297
4e Espèce : Limonite..... 299
5e Espèce : Fer sulfuré jaune 300
6e Espèce : Sperkise..... 302
7e Espèce : Pyrite magnétique..... 303
8e Espèce : Fer arsenical..... 304
9e Espèce : Fer carbonaté 305
10e Espèce : Fer phosphaté..... 306
11e Espèce : Fer chrômaté..... 307
12e Espèce : Fer arseniaté 308
13e Espèce : Fer sulfaté..... ibid.
Traitement métallurgique du fer 309
I. Méthode par les hauts fourneaux ... 310
II. Méthode catalane 314
Usages du fer..... 315
4e Genre : Cobalt 317
1re Espèce : Cobalt oxidé..... 318
2e Espèce : Cobalt sulfuré ..... ibid.
3e Espèce : Cobalt arsenical..... 319
4e Espèce : Cobalt gris..... 320
5e Espèce : Cobalt arseniaté 321
Extraction et usage du cobalt..... ibid.
5e Genre : Nickel 323
1re Espèce : Nickel sulfuré..... 324
2e Espèce : Nickel arsenical ..... ibid.
3e Espèce : Nickel arseniaté 325
Extraction et usages du nickel..... 326
6e Genre : Cuivre..... ibid.

Pages.

1re Espèce : Cuivre natif..... 327
2e Espèce : Cuivre oxidulé..... 328
3e Espèce : Cuivre sulfuré..... 329
4e Espèce : Cuivre pyriteux..... 330
5e Espèce : Cuivre gris..... 331
6e Espèce : Cuivre sélénié..... *ibid.*
7e Espèce : Cuivre carbonaté vert..... 332
8e Espèce : Cuivre carbonaté bleu..... 333
9e Espèce : Cuivre muriaté..... 334
10e Espèce : Cuivre phosphaté..... 335
11e Espèce : Cuivre arseniaté..... *ibid.*
12e Espèce : Cuivre sulfaté..... 336
13e Espèce : Cuivre dioptase..... 337
Traitement métallurgique du cuivre..... *ibid.*
Usages du cuivre..... 338
Propriétés médicales des préparations de cuivre..... 340
8e Genre : URANE..... *ibid.*
1re Espèce : Urane noir..... 341
2e Espèce : Urane phosphaté..... 342
Extraction et usages de l'urane..... 343
9e Genre : ZINC..... *ibid.*
1re Espèce : Zinc oxidé rouge..... 345
2e Espèce : Zinc oxidé silicaté..... *ibid.*
3e Espèce : Zinc sulfuré ou blende..... 346
4e Espèce : Zinc carbonaté ou calamine..... 347
5e Espèce : Zinc sulfaté..... 348
Traitement métallurgique du zinc..... *ibid.*
10e Genre : CADMIUM..... 350
11e Genre : ETAIN..... 351
1re Espèce : Etain oxidé..... 352
2e Espèce : Etain sulfuré..... 353
Traitement métallurgique de l'étain..... *ibid.*
12e Genre : BISMUTH..... 354
1re Espèce : Bismuth natif..... *ibid.*
2e Espèce : Bismuth oxidé..... 355
3e Espèce : Bismuth sulfuré..... 356

Pages.

Traitement métallurgique du bismuth... *ibid.*

13e Genre : PLOMB..... 357
1re Espèce ; Plomb natif..... *ibid.*
2e Espèce : Plomb Minium..... 358
3e Espèce : Plomb sulfuré ou galène..... 359
4e Espèce : Plomb carbonaté..... 360
5e Espèce : Plomb sulfaté..... 360
6e Espèce : Plomb phosphaté..... *ibid.*
7e Espèce : Plomb chrômaté..... 363
8e Espèce : Plomb molybdaté..... 364
Traitement métallurgique du plomb..... 365
Usages du plomb..... 366

14e Genre : MERCURE..... 367
1re Espèce : Mercure natif..... *ibid.*
2e Espèce : Mercure argental..... 368
3e Espèce : Mercure sulfuré..... 369
4e Espèce : Mercure chloruré..... 370
Observations générales et gisement..... *ibid.*
Traitement métallurgique..... 371
Usages du mercure..... *ibid.*

15e Genre : ARGENT..... 372
1re Espèce : Argent natif..... *ibid.*
2e Espèce : Argent antimonial..... 373
3e Espèce : Argent antimonié sulfuré..... *ibid.*
4e Espèce : Argent antimonié sulfuré noir..... 374
5e Espèce : Argent sulfuré..... 375
6e Espèce : Argent carbonaté..... *ibid.*
7e Espèce : Argent muriaté..... 376
Principales mines d'argent..... *ibid.*
Traitement métallurgique de l'argent... 378

16e Genre : OR..... 378
Espèce unique : Or natif..... 380
Principales mines d'or..... 382
Traitement métallurgique de l'or..... 384
1re Méthode ; la Fusion..... *ibid.*
2e Méthode : l'Amalgamation..... 385

Pages.

Usages de l'or..... 386

De l'essai des monnaies et des alliages d'or, d'argent et de cuivre..... 387

Essai des alliages de cuivre et d'argent par la voie humide..... 388

Appréciation des quantités d'or et d'argent qui existent dans la circulation... 390

17e Genre : Osmium..... 392

Espèce unique : Osmiure d'Iridium..... 393

18e Genre : Palladium..... 394

19e Genre : Platine..... ibid.

Espèce unique : Platine natif..... ibid.

Traitement métallurgique et usages du platine..... 395

Note sur les aérolithes ou pierres tombées du ciel.... 399

FIN DE LA TABLE.

MINÉRALOGIE.

PREMIÈRE PARTIE.

GÉNÉRALITÉS.

On donne le nom de Minéralogie à cette partie de l'histoire naturelle qui a pour objet l'étude et la connaissance des corps bruts ou anorganiques, généralement appelés *minéraux*.

Les corps que le minéralogiste embrasse dans son étude, sont non seulement des substances solides, tels que les pierres et les métaux, mais des corps liquides et gazeux qui se forment ou qui existent naturellement à la surface du globe. Ainsi l'eau dans ses différens états de pureté ou de mélange, et formant les eaux minérales proprement dites; certains acides qui existent à l'état liquide ou en dissolution dans la nature, comme les acides sulfurique et borique, ou à l'état de gaz comme les acides carbonique, hydrosulfurique et hydrochlorique, rentrent également dans le domaine de la minéralogie.

Nous ne reviendrons pas ici sur les caractères généraux des corps bruts ou minéraux, caractères à l'aide desquels on les distingue si facilement des corps vivans ou organisés. Leur manière de croître, leur composition, les formes régulières et géométriques sous lesquelles ils se présentent à nous dans leur état de pureté, sont autant de particularités, qui ne permettent pas de les confondre avec les corps organisés végétaux ou animaux.

Les minéraux peuvent être envisagés de différentes manières, et leur étude dirigée sous certains points de vue spéciaux constitue des branches distinctes dans la minéralogie générale.

Suivant qu'on les étudie isolément pour en déterminer les *espèces*, et les *variétés*, pour établir les caractères qui les distinguent les unes des autres, ou les analogies qui existent entr'elles, pour fonder sur ces caractères les bases de leur classification; ou suivant qu'on les envisage d'une manière générale, qu'on étudie le rôle qu'ils jouent dans la composition des couches extérieures du globe, leur ordre constant de superposition dans les assises de l'écorce de la terre, et enfin les théories ou hypothèses que l'examen des faits rend les plus probables pour expliquer les révolutions successives du globe, la minéralogie générale se divise en deux branches, la première qui conserve le nom de MINÉRALOGIE proprement dite, et la seconde qui prend celui de GÉOLOGIE.

Maintenant la MINÉRALOGIE proprement dite se com-

pose elle-même de plusieurs parties. Ainsi on appelle *Cristallographie*, cette partie de la science des minéraux, qui s'occupe des formes variées et régulières sous lesquelles ils se présentent à nous, et des lois rigoureuses et mathématiques qui président à la formation primitive des cristaux et des formes qui en dérivent. Parmi les substances minérales, quelques unes connues de tout le monde sous le nom de *métaux*, sont journellement employés dans les arts et l'économie domestique. On nomme *Métallurgie* la partie de la minéralogie qui a pour objet les moyens d'extraire du sein de la terre et de purifier pour les besoins de la vie les métaux usuels.

Nous étudierons d'abord les caractères physiques et chimiques des minéraux à l'aide desquels non seulement on distingue les espèces les unes des autres, mais qui servent aussi de base pour leur classification. Nous parlerons des différens états sous lesquels les substances minérales existent dans le sein de la terre. Nous exposerons celles des classifications qui sont les plus généralement usitées en minéralogie, et enfin nous terminerons par quelques considérations générales sur la structure des différentes couches dont se compose l'extérieur de notre planète, sur la formation de ces couches, et nous présenterons les théories les plus accréditées pour en expliquer la formation.

Nous passerons ensuite à la description abrégée des espèces minérales qui sont le plus communément répandues dans la nature, ou qui nous offrent de l'intérêt à cause de leurs usages en médecine.

PROPRIÉTÉS ET CARACTÈRES PHYSIQUES DES MINÉRAUX.

Les *caractères physiques* des minéraux sont tous ceux dont on peut acquérir la connaissance soit directement par les sens, soit en employant certains instrumens ou agens, qui n'altèrent en rien la nature intime de ces corps. Au contraire les *caractères chimiques* ne peuvent s'apprécier que par le moyen des réactifs chimiques qui altèrent ou changent complétement la nature des corps.

Parmi les caractères physiques nous placerons : 1° la forme des minéraux; 2° la structure; 3° les propriétés optiques, c'est-à-dire celles qui résultent de l'action de la lumière sur ces corps; 4° la phosphorescence; 5° le poids spécifique; 6° les propriétés électriques et magnétiques; 7° la résistance aux actions mécaniques, qui constitue: le plus ou moins de dureté, la flexibilité, la ductilité, etc.; 8° les odeurs, les saveurs, et enfin plusieurs autres propriétés physiques qui servent encore à caractériser certaines substances minérales.

FORMES DES MINÉRAUX.

Toutes les substances minérales lorsqu'elles passent de l'état liquide à l'état solide prennent, quand aucune circonstance extérieure ne vient les troubler dans l'arrangement de leurs molécules, des formes régulières nommées *cristaux*. Si au contraire quelque cause vient déranger cet arrangement de leurs molécules, elles se prennent en masses plus ou moins irrégulières, dans

lesquelles il est souvent impossible de reconnaître aucune trace de forme ou de structure régulière.

Nous étudierons donc successivement les formes régulières ou cristallines des minéraux, puis leurs formes irrégulières.

CHAPITRE Ier.

Formes régulières des minéraux.

C'est un sujet d'étonnement et d'admiration pour les personnes étrangères à l'étude des sciences naturelles, que ces formes régulières et variées sous lesquelles se présentent les substances minérales cristallisées naturellement. Ces formes identiques pour la plupart aux solides polyédriques de la géométrie, offrent souvent des faces, des arêtes et des angles tellement bien définis, qu'elles semblent être le produit de l'industrie humaine et avoir été travaillées par le lapidaire. C'est le sentiment qu'on éprouve en voyant les prismes hexagones réguliers terminés par des pyramides à six faces du cristal de roche; les cubes du spath fluor, de la galène ou du sel marin; les rhomboèdres du spath d'Islande; les octaèdres du diamant, etc.

Les anciens avaient déjà remarqué et admiré plusieurs de ces formes régulières des minéraux et entre autres celles du cristal de roche et du diamant. Mais elles ne furent à leurs yeux que de simples effets du hasard, et cette opinion se prolongea jusque dans le siècle dernier. Linnée, le premier, vit autre chose qu'un jeu de la nature dans un phénomène qui se re-

produisait constamment de la même manière; et il soupçonna que ces formes cristallines pouvaient dépendre de la nature même des substances minérales.

Mais ce fut seulement en 1772, qu'un savant minélogiste français Romé de Lisle, réunissant le plus grand nombre possible de cristaux dans toutes les substances connues, vit que les formes de ces cristaux étaient constantes pour une même substance, et que les variations qu'elles éprouvaient souvent, pouvaient néanmoins toutes être rapportées à un petit nombre de formes simples et primitives dont elles n'étaient que des modifications. Ces vérités ont été confirmées et soumises à des lois rigoureuses et mathématiques, par les importans travaux de Haüy, autre savant français, et les recherches plus récentes de MM. Beudant et Mitscherlich, les ont de plus en plus confirmées.

Dans toute espèce de cristal on distingue 1° les *faces*, 2° les *arêtes* ou lignes saillantes, qui résultent de l'intersection de deux faces, 3° et enfin des *angles solides*, points de jonction des arêtes.

Dans un cristal, les faces sont de même espèce, quand elles sont égales entre elles et qu'elles sont dans la même position. Elles sont au contraire d'espèce différente quand elles ne sont pas égales ou qu'elles n'ont pas la même position.

Deux arêtes sont de même espèce, quand elles résultent l'une et l'autre de l'intersection de deux faces semblables et de même inclinaison. Elles sont au contraire différentes, quand elles résultent de plans diversement inclinés.

De même deux angles solides seront de même espèce, quand les angles plans dont ils sont formés sont parfaitement semblables entre eux. Ainsi dans un cube, toutes les faces, toutes les arêtes et tous les angles sont de même nature. Dans un rhomboèdre, les faces opposées sont de même nature; et parmi les arêtes et les angles solides, il en est de même nature et de nature différente.

Ces notions préliminaires une fois posées, pour faire comprendre les modifications que les cristaux peuvent éprouver, il est nécessaire d'admettre l'axiome suivant, qui est l'expression de la presqu'universalité des faits :

Dans tout cristal, les parties de même espèce sont toutes modifiées à la fois et de la même manière, et les parties d'espèce différente, sont différemment modifiées.

§ Ier *Constance, variations et mesure des angles.*

Dans une même espèce minérale ou dans celles de ses variétés qui offrent des formes cristallines particulières, les angles ont constamment la même mesure, et par conséquent, les faces sont toujours inclinées de la même manière les unes sur les autres. Ainsi le carbonate de chaux cristallisé ou spath d'Islande cristallise en rhomboèdre. Ses angles obtus sont de 105° 5′, ses angles aigus de 74° 55′. Les cristaux de cette substance pris dans toutes les localités où on peut la rencontrer, offriront constamment la même mesure dans leurs angles. Cette forme n'est donc point, ainsi que l'a fait remarquer Romé de Lisle, l'effet d'un pur hasard; mais elle

dépend évidemment de causes qui agissent toujours de la même manière.

Cependant nous devons faire remarquer que cette constance des angles ne s'observe rigoureusement que dans les cristaux soumis à une même température, et dont la composition chimique est identique.

En effet, il résulte des observations de M. Mitscherlich, que les cristaux chauffés à différens degrés éprouvent quelques changemens dans la valeur de leurs angles. Ces changemens se font tantôt en plus, tantôt en moins et ils paraissent dépendre de la dilatation inégale qui a lieu dans ces cristaux suivant leurs différens axes. Ces variations sont assez faibles, elles vont de 10 à 12 minutes, de 0° à 100°, peuvent dépasser 20′ à la température de l'huile bouillante.

M. Beudant a également prouvé par un grand nombre d'expériences, que l'addition, même en faible proportion, d'une autre substance dans un cristal, modifiait la valeur des angles, et que les angles ainsi modifiés sont en quelque sorte la moyenne entre les angles propres des deux substances mélangées. Ces observations ont été répéteés par M. Mitscherlich qui en a constaté toute l'exactitude.

Ainsi l'étude de la mesure des angles est donc d'une haute importance en minéralogie, puisqu'elle peut servir à caractériser certaines espèces et faire reconnaître leur état de pureté.

Pour mesurer ces angles avec précision, on se sert d'instrumens qu'on nomme en général *goniomètres*.

Celui qu'on emploie habituellement et qu'on ap-

pelle goniomètre de Garengeot, nom de son inventeur, consiste en deux lames d'acier réunies par le moyen d'une virole autour de laquelle elles peuvent se mouvoir. On applique (voy. pl. 1, fig. B.) les bords écartés angulairement de ces deux lames sur les faces dont on veut mesurer les angles, et l'on en obtient ainsi l'inclinaison. On réporte ensuite ces lames ainsi écartées sur un demi-cercle en cuivre ou rapporteur (voy. pl. 1, fig. A), divisé en 180° et l'on a ainsi au juste le nombre des degrés de chaque angle.

Plusieurs auteurs ont perfectionné cet instrument, de manière qu'aujourd'hui on peut mesurer avec une précision presque mathématique, les angles des cristaux les plus petits, et apprécier les différences les plus minimes.

D'autres goniomètres ont aussi été proposés pour remplacer celui de Garengeot; tels sont le *goniomètre fixe* de M. Adelman et le goniomètre de Wollaston, employé pour la mesure des angles par la réflexion de la lumière.

§ II. *Formes cristallines simples qu'on observe le plus communément.*

Les formes simples les plus communes sous lesquelles les cristaux peuvent se présenter sont les suivantes :

1° Le *Tetraèdre*, solide à quatre faces triangulaires (pl. 1, fig. 12).

Le tetraèdre *régulier* est celui dont toutes les arêtes sont égales et qui est terminé par quatre triangles équilatéraux.

Le cuivre gris, le zinc sufuré présentent cette forme.

2° Le *Parallelipipède*, solide composé de six faces égales et parallèles entre elles deux à deux. Il comprend :

A. Le *Cube* : solide terminé par six faces carrées et égales. (pl. 1, fig. 1).

B. Le *Rhomboèdre* : (pl. 2, fig. 13) solide terminé par six faces rhombes ou en losange, c'est-à-dire à quatre côtés égaux, mais non perpendiculaires; d'où il résulte des angles de valeur inégale.

3° Le *Prisme* (pl. 2, fig. 19) est un solide terminé supérieurement et inférieurement par deux figures égales et parallèles, et latéralement par autant de parallélogrammes qu'il y a de côtés. Les deux faces terminales sont les *bases* du prisme, les latérales en sont les *pans*.

Le prisme est *droit*, quand son axe est perpendiculaire à ses faces. Il est *oblique* (pl. 2, fig. 25), quand son axe n'est pas perpendiculaire à ses faces.

Suivant la figure de ses bases, le prisme est à base carrée, à base rectangle, à base rhombe ou enfin à base de parallélogramme obliquangle.

Suivant le nombre des pans ou faces latérales, le prisme peut être *trièdre*, *tétraèdre*, *hexaèdre* (pl. 2, fig. 15), *octaèdre*, selon qu'il présente, trois, quatre, six ou huit pans.

4° L'*Octaèdre* (pl. 1, fig. 4), est un solide à huit faces triangulaires, représentant en quelque sorte deux pyramides à quatre faces appliquées base à base. Il est

régulier, quand tous ses bords sont égaux, et qu'il se compose de huit triangles égaux.

Suivant la nature des triangles l'octaèdre est à *triangles scalènes*, quand leurs trois côtés sont inégaux, à *triangles isocèles*, quand deux de leurs côtés sont égaux.

Suivant la forme de la base :

L'octaèdre est à base carrée.

——— à base rhombe.

——— à base rectangle.

5° Le *Dodecaèdre* (pl. 1, fig. 7) ou solide à douze faces.

Il peut être à douze faces rhombes, *dodécaèdre rhomboïdal* (pl. 2, fig. 7). Grenats.

Il peut être à faces pentagonales, *dodécaèdre pentagonal* (fer pyriteux).

Il peut être à douze faces triangulaires, *dodécaèdre triangulaire.*

6° Enfin il existe encore des polyèdres à vingt-quatre (pl. 1, fig. 11) ou à quarante-huit faces dont la figure varie aussi.

§. III. *Réduction de toutes les formes cristallines à six types.*

Quand on parcourt une collection minéralogique un peu considérable, on est d'abord frappé du nombre prodigieux de formes variées que présentent les substances cristallisées naturellement. Ce nombre excède certainement plusieurs milliers; et pour une seule substance, la chaux carbonatée par exemple, le nom-

bre des variétés de formes cristallines observées, dépasse 1400.

Cependant en examinant avec soin ces nombreux cristaux qui paraissent si différens, on ne tarde pas à s'apercevoir qu'il en est un grand nombre qui ne sont que de simples modifications les uns des autres, et qui en dernière analyse ont en quelque sorte une même forme commune pour point de départ.

En effet une forme cristalline quelconque, un cube par exemple, pourra devenir le noyau d'un nombre très-considérable d'autres formes très-différentes, et qui au prèmier abord semblent n'avoir aucune analogie avec lui. Ainsi il pourra former un solide polyédrique à quatorze faces, un octaèdre régulier, c'est à-dire un solide à huit faces triangulaires égales, un dodécaèdre, c'est-à-dire un solide à douze faces rhomboïdales et égales; un solide polyédrique à vingt-quatre, à quarante-huit faces. Pour obtenir toutes ces formes secondaires, il faut simplement supposer que sur chacun des angles ou des arêtes solides du cube, il s'est formé des troncatures, qui ont remplacé ces angles ou ces arêtes, soit chacun par une seule, soit par deux ou par trois facettes qui, prolongées jusqu'à ce qu'elles se rencontrent dans leur point d'intersection, font disparaître les six faces du cube et les remplacent par de nouvelles, dont le nombre peut être considérablement augmenté.

Il en est de même de tous les autres cristaux à forme régulière et simple comme le tétraèdre, le rhomboèdre, etc.

Les observations des minéralogistes qui se sont occupés spécialement de la cristallographie les ont amenés à rapporter toutes les formes cristallines possibles à six formes-types, dont toutes les autres ne sont que des modifications, produites ainsi que nous venons de l'expliquer tout à l'heure. Ces six formes-types sont :

1° Le Cube.

2° Le Rhomboèdre.

3° Le Prisme droit à base carrée.

4° Le Prisme droit à base rectangle.

5° Le Prisme oblique à base rectangle.

6° Le Prisme oblique à base de parallélogramme obliquangle ou le parallélipipède irrégulier.

On donne le nom de *système cristallin* à l'ensemble de toutes les formes qui se rapportent à l'un de ces types. C'est ainsi qu'on dit *système cubique*, *système rhomboédrique*, etc.

1er TYPE : SYSTÈME DU CUBE.

Le Cube (pl. 1, fig. 1) est un solide terminé par six faces carrées et égales. Il présente huit angles solides tous de même espèce, et douze arêtes également de même espèce.

Les formes secondaires principales qui appartiennent à ce système, sont l'octaèdre régulier, le dodécaèdre rhomboïdal, le trapézoèdre, les solides tétraédriques, les solides à vingt-quatre et à quarante-huit faces. Ces différens solides s'obtiennent par la troncature successive des angles et des arêtes du cube.

Ainsi le cube offre huit angles solides. Si l'on retranche

chacun de ces angles et qu'on les remplace par autant de troncatures également inclinées sur chacune des faces, on aura d'abord un solide (fig. 2,) à quatorze faces, dans lequel on reconnaîtra encore bien aisément le cube dont il n'est qu'une très-légère modification. Si l'on prolonge davantage ces troncatures, on obtient un autre solide (fig. 3) dans lequel les faces primitives du cube sont excessivement petites, et de cette forme à l'octaèdre régulier (fig. 4), il n'y a qu'une nuance presqu'insensible. L'octaèdre régulier, c'est à-dire le solide à huit faces triangulaires équilatérales, se trouve ici formé par les troncatures ou faces qui ont remplacé les huit angles solides du cube.

On peut également de l'octaèdre régulier passer au cube, en faisant aux six angles solides du premier des troncatures, qui en s'entrecoupant finissent par former un parallélipipède régulier, lequel n'est autre que le cube.

Maintenant faisons aux douze arêtes du cube une troncature, (fig. 5) ou face également inclinée et en prolongeant graduellement ces douze faces nouvelles (fig. 6), elles finiront par former un dodécaèdre rhomboïdal (fig. 7) ou un solide à douze faces rhomboïdales, c'est-à-dire que chaque face est une figure à quatre côtés égaux, parallèles deux à deux, mais non perpendiculaires comme ceux du carré.

Si au lieu de remplacer chaque arête par une seule facette nouvelle, on lui substitue deux facettes (fig. 8), on arrive à un solide à vingt-quatre faces (fig. 9), offrant l'aspect d'un cube, sur chaque face duquel s'élève une pyramide à quatre faces.

Nous pourrions maintenant prendre l'octaèdre régulier ou le dodécaèdre rhomboïdal que nous avons obtenus, et, en leur faisant subir des troncatures successivement sur leurs angles solides et sur leurs arêtes, en les remplaçant chacun par une ou plusieurs facettes, nous obtiendrions un grand nombre d'autres formes secondaires. Ainsi, par exemple, le dodécaèdre rhomboïdal a vingt-quatre arêtes; si nous y faisons une troncature sur chacune d'elles (fig. 10), il devient un solide trapézoïdal à vingt-quatre faces (fig. 11), c'est-à-dire dont chaque face est une figure à quatre côtés égaux, deux à deux, sans être parallèles. Ce même solide tronqué sur ses arêtes formerait un solide à quarante-huit faces.

Le tétraèdre régulier (fig. 12) est un solide à quatre faces triangulaires égales entre elles. Il appartient également au système cubique. En effet, l'octaèdre régulier qui se compose de huit faces triangulaires égales, est la réunion de deux tétraèdres. De ce dernier solide, par une seule troncature exercée sur chacun de ses angles solides, on passe de suite au cube.

Un assez grand nombre de minéraux appartiennent au système cristallin cubique; nous citerons, entre autres, le chlorure de sodium, les sulfures de fer, de plomb, le fluate de chaux.

IIe TYPE : SYSTÈME DU RHOMBOÈDRE.

On appelle rhomboèdre (pl. 2, fig. 13) un solide à six faces rhombes, toutes égales et semblables, disposées symétriquement autour d'un axe, passant par deux angles solides opposés et égaux.

Les formes secondaires principales qu'on remarque dans ce système, sont le prisme régulier à six pans, et le dodécaèdre à faces triangulaires.

Ainsi, le prisme hexaèdre (fig. 15) ou solide à six côtés ou pans égaux, terminé supérieurement et inférieurement par deux figures égales et parallèles, provient de deux sortes de troncatures exercées sur ses huit angles solides; savoir : une troncature horizontale, sur les deux angles formant les sommets du rhomboèdre, et qui constituent les bases du prisme; et une troncature perpendiculaire faite sur chacun des six angles (fig. 14) latéraux, qui donnent naissance aux six faces ou pans du prisme.

Le dodécaèdre à faces triangulaires (fig. 18) peut être produit par diverses modifications du rhomboèdre. Ainsi, en remplaçant chacune des six arètes latérales (fig. 16) par deux troncatures inclinées sur l'axe, l'une dans un sens, l'autre dans l'autre sens, on arrive à un solide composé en quelque sorte de deux pyramides opposées base à base, offrant chacune six faces triangulaires, dont les trois côtés sont inégaux.

Chacune de ces formes secondaires peut elle-même être divisée de différentes manières, et produire un grand nombre d'autres variétés de formes, toutes dérivées du rhomboèdre.

Ce système cristallin est, sans contredit, celui dans lequel les formes cristallines secondaires peuvent se modifier d'un plus grand nombre de manières. Nous avons dit tout à l'heure que le carbonate de chaux qui appartient au système rhomboédrique, avait présenté jusqu'à pré-

sent plus de quatorze cents variétés de formes cristallines.

Parmi les substances les plus communes qui rentrent dans ce système cristallin, nous citerons, outre le carbonate de chaux, le cristal de roche, l'émeraude, etc.

IIIe TYPE : SYSTÈME DU PRISME DROIT A BASE CARRÉE.

Le prisme droit à base carrée (fig. 19) est un polyèdre terminé supérieurement et inférieurement par deux surfaces carrées, égales et parallèles, et offrant latéralement quatre parallélogrammes dont la longueur varie à l'infini.

Ce solide peut produire d'autres prismes, soit à quatre pans, soit à huit, à douze, ou même à seize pans, suivant que ses arètes latérales sont remplacées par des facettes qui font disparaître les quatre faces primordiales; suivant que ces facettes existent en même temps que les faces primordiales; suivant, enfin, que chaque arète est remplacée par deux faces également inclinées, en sens opposés.

Le prisme droit à base carrée tronqué (fig. 20) sur les quatre arètes de sa base et celles de son sommet, donne naissance à l'octaèdre à base carrée (fig. 21).

L'oxide d'étain, le zircon, appartiennent à ce système cristallin.

IVe TYPE : SYSTÈME DU PRISME DROIT A BASE RECTANGLE.

Le prisme droit à base rectangle (fig. 22) diffère du prisme droit à base carrée en ce que les angles de ses faces sont égaux entre eux, tandis que leurs côtés sont

inégaux. Dans un prisme de cette espèce, tous les angles sont de même espèce; mais il y a trois sortes d'arêtes, les quatre latérales sont égales; celles des bases sont de deux sortes, savoir : celles qui correspondent aux larges faces, et celles qui correspondent aux faces étroites du prisme. Ce solide pourra donc donner naissance à quatre espèces de modifications.

Ainsi, les quatre arêtes latérales modifiées par une seule facette formeront, les faces primitives persistant encore, un prisme octogonal irrégulier. Si ces faces avaient entièrement disparu, on aurait un prisme droit à base rhombe (fig. 24).

Les arêtes des bases remplacées par une seule troncature donnent naissance à l'octaèdre à base rectangulaire (fig. 23), qui est la forme primitive de la topaze.

Maintenant le prisme droit à base rhombe (fig. 24), modifié sur les arêtes de ses bases, formera l'octaèdre à base rhombe.

Le soufre, la topaze, font partie de ce quatrième type des systèmes cristallins.

Ve TYPE : SYSTÈME DU PRISME OBLIQUE A BASE RECTANGLE.

Le prisme oblique (fig. 25) est celui dont les bases ne sont pas perpendiculaires aux arêtes des pans.

Les arêtes latérales sont semblables, mais celles des bases sont de trois sortes, ce qui multiplie le nombre des modifications possibles.

Les formes principales de ce système sont le prisme oblique à base rectangulaire, passant à l'octaèdre obli-

que à base rectangulaire (fig. 26); le prisme oblique à base rhombe (fig. 27), provenant de la troncature des quatre arètes latérales, pouvant former l'octaèdre oblique à base rhombe (fig. 28). Chacune de ces formes peut aussi en produire beaucoup d'autres.

Le sulfate de chaux ou pierre à plâtre, le feld-spath, l'amphibole, le pyroxène, sont des exemples du cinquième système cristallin.

VIe TYPE : SYSTÈME DU PRISME OBLIQUE A BASE DE PARALLÉLOGRAMME OBLIQUANGLE.

Dans ce sixième type nous trouvons les mêmes formes secondaires que dans le système du prisme oblique à base rectangulaire; mais ici les bases des prismes et des octaèdres sont obliques et à côtés inégaux.

A ce système se rapportent le sulfate de cuivre, l'axinite, etc.

En terminant ici cet énoncé succinct des six types ou formes fondamentales sous lesquelles les substances cristallines peuvent se présenter, et des formes secondaires qu'ils peuvent constituer par les modifications de leurs angles et de leurs arètes, nous ferons remarquer qu'une même espèce minérale peut souvent offrir un grand nombre de ces modifications, sans pour cela changer de nature. Ainsi, le sulfure de fer, par exemple, se montre tantôt en cube, tantôt en octaèdre, tantôt en dodécaèdre. Ces formes différentes constituent de simples variétés et non des espèces distinctes, ainsi que nous l'établirons prochainement en traitant de la classification.

Ce qui n'est pas moins remarquable, c'est qu'à chaque système appartiennent des formes secondaires différentes; de telle sorte que la seule inspection de l'une de ces formes secondaires indique au minéralogiste la forme fondamentale dont elle est dérivée.

Nous avons déjà fait observer précédemment que tous les cristaux d'une même espèce et d'une même forme offraient constamment la même valeur dans leurs angles. Deux espèces différentes appartenant au même système cristallin (si l'on en excepte le système cubique) peuvent se présenter sous la même forme; mais la valeur de leurs angles sera différente. Ainsi, le carbonate de chaux et le carbonate de magnésie cristallisent l'un et l'autre en rhomboèdres. Mais dans le premier la valeur des angles est de 105° 5', et 74° 55'; tandis que dans le second elle est de 107° 25' et 82° 35'. Ainsi donc par le goniomètre et sans avoir recours en quelque sorte à aucun autre moyen, on peut distinguer les cristaux de ces deux espèces minérales.

§ IV. *Des causes du changement de formes dans un même système cristallin.*

Nous venons de parler des changemens de formes qui peuvent s'opérer dans les cristaux d'une même espèce minérale ou dans des espèces différentes appartenant au même système cristallin. Tous ces changemens, nous les avons expliqués, en admettant qu'une même forme fondamentale, tronquée successivement ou à la fois sur ses angles solides et ses arêtes, pouvait donner naissance à un nombre prodigieux de formes secondaires qui ne sont

évidemment que des dérivés de la forme fondamentale. Ce moyen, en quelque sorte tout mécanique, nous a suffi pour démontrer avec quelle facilité on peut passer d'une forme à une autre, par une suite de formes intermédiaires.

Mais il est une autre manière d'expliquer ces changemens, c'est celle que l'on connaît depuis Haüy sous le nom de *Théorie des décroissemens*.

Tous les corps anorganiques sont composés de particules extrêmement petites, appelées atomes ou molécules constituantes. La ténuité de ces molécules est telle qu'elles échappent à notre vue, et à tous nos moyens de les saisir. Cependant leur existence ne saurait être un objet de doute. Ces molécules doivent avoir et ont en effet une forme quelconque. On peut par le raisonnement et par l'examen des faits, admettre que cette forme est régulière, et qu'elle se rapporte à l'un des polyèdres les plus simples de la géométrie; puisque l'on voit que les substances minérales, liquéfiées par le feu ou par un liquide, tendent constamment, quand rien ne vient troubler l'arrangement de leurs molécules, à former des polyèdres réguliers ou des cristaux. Ainsi donc les atomes des corps anorganiques seront, suivant les espèces des cubes, des rhomboèdres, des prismes, etc.

Prenons la forme cubique pour point de départ. Un cristal cubique sera composé d'une multitude de molécules cubiques disposées par couches ou lames toutes formées d'un égal nombre de molécules. Ainsi, par exemple, si l'on prend de petits cristaux cubiques de sel marin, et qu'on les plonge dans une dissolution concen-

trée de ce sel, on verra leur volume s'accroître successivement, parce que sur chacune de leurs faces s'ajouteront de nouvelles couches de molécules toutes égales, et qui recouvriront exactement les premières. La forme du noyau ne sera donc pas changée, seulement son volume aura augmenté.

Mais supposons maintenant que ces nouvelles couches qui s'ajoutent au noyau cubique, au lieu d'avoir exactement les mêmes dimensions que les faces sur lesquelles elles s'appliquent, se composent chacune successivement d'une rangée de moins de molécules sur chacun de leurs côtés. Il en résultera nécessairement que les faces du cube se termineront chacune par une pyramide à quatre faces triangulaires, et comme ces décroissemens se seront faits également sur chacune des six faces, il se sera formé un solide à douze faces rhombes ou dodécaèdre rhomboïdal.

On peut ainsi, en partant du cube ou de toute autre forme fondamentale, expliquer par des décroissemens analogues, soit sur les faces, soit sur les angles, soit sur les arètes, par une, deux, ou même trois rangées de molécules, les changemens qu'une même espèce minérale peut éprouver dans ses formes cristallines.

Cette vérité fondamentale a été démontrée avec la rigueur mathématique et développée dans tous ses détails par Haüy, dans son grand traité de minéralogie.

§ V. *Des cristaux groupés et altérés.*

Jusqu'à présent nous avons considéré les substances minérales comme formant des cristaux isolés les uns des

autres et parfaitement distincts. Mais il s'en faut de beaucoup qu'ils se montrent ainsi dans le plus grand nombre des cas. Au contraire, le plus souvent les cristaux sont groupés et réunis ensemble, de telle sorte que dans beaucoup de circonstances il n'y a que quelques-unes de leurs parties qui soient libres; tout le reste est confondu dans une masse commune. Mais cependant comme dans toutes les formes cristallines les faces et les angles ont des inclinaisons déterminées, cette confusion ou cette soudure des cristaux se fait toujours d'une certaine manière, en quelque sorte régulière, et qui varie suivant la forme particulière des cristaux.

Parmi les substances cristallines qui, en se groupant, offrent une disposition remarquable, nous citerons la staurotide ou pierre en croix, dont les cristaux prismatiques s'entrecroisent deux à deux, de manière à former soit une croix rectangulaire, soit une croix obliquangle.

On donne le nom de *trémies* à des espèces de pyramides creuses, tantôt carrées, tantôt rhomboïdales, et qui semblent en quelque sorte formées par une suite de cadres appliqués les uns sur les autres, et diminuant successivement d'étendue. Ces groupes singuliers sont également formés par des cristaux réunis entre eux.

La structure régulière des minéraux, avons-nous déjà dit, peut se reconnaître à l'aide de deux caractères, la forme régulière et le clivage. Nous venons de traiter du premier de ces caractères, occupons-nous du clivage.

§ VI. *Du clivage.*

Un grand nombre de substances minérales cristallisées

sont susceptibles d'être divisées en fragmens réguliers par l'emploi de moyens mécaniques, et souvent par la simple percussion. Ainsi, un morceau de galène ou sulfure de plomb, de spath calcaire, frappé avec un marteau, se partage en un grand nombre de fragmens cubiques dans le premier, rhomboédriques dans le second. De même, si l'on prend un morceau de gypse ou pierre à plâtre, ou de mica, on les partagera avec la plus grande facilité en lames de plus en plus minces. C'est à cette division mécanique que présente un grand nombre de cristaux, qu'on a donné le nom de *clivage*. Cette propriété dépend évidemment de la structure même des cristaux, qui, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment, sont composés de rangées de molécules, formant des lamelles superposées les unes sur les autres. On conçoit dès lors que ces cristaux doivent, par l'action des agens mécaniques, se diviser plus facilement dans le sens de la superposition de ces lamelles, que dans tout autre.

Cependant tous les cristaux ne se prêtent pas aussi facilement que ceux que nous venons de nommer à l'opération du clivage. Il en est quelques-uns dans lesquels elle est à peu près impossible; dans d'autres, la percussion produit simplement des fentes ou fissures légères dans l'intérieur même du cristal; ces fissures correspondent toujours aux faces naturelles du cristal, et par la direction de leurs stries ou les reflets de lumière qu'elles déterminent, elles servent encore à faire reconnaître leur direction. Dans les substances très-dures, le cristal de roche, par exemple, on se sert d'un autre moyen pour

rendre sensible la direction des joints du clivage : après avoir fait chauffer assez fortement le cristal, on le plonge rapidement dans l'eau froide. Le changement brusque de la température donne lieu à la formation de fissures, qui indiquent les joints naturels du cristal.

Quelles que soient les variétés de formes secondaires sous lesquelles une même espèce minérale se présente, le clivage donne constamment des fragmens d'une même forme. Ainsi le calcaire ou carbonate de chaux offre un nombre prodigieux de formes cristallines secondaires; cependant tous ses cristaux, quelle que soit leur forme, donnent par le clivage un noyau rhomboédrique. Il en est de même du sulfure de fer qui donnera toujours un noyau cubique. On nomme *forme primitive* le solide ordinairement simple, que l'on peut extraire d'un cristal par le moyen du clivage. Ainsi le rhomboèdre est la forme primitive du carbonate de chaux; le cube est la forme primitive du sulfure de fer. Cette forme primitive est, en effet, le noyau sur lequel les molécules ou atômes se sont diversement groupés pour donner naissance, par suite de la loi des décroissemens que nous avons fait connaître, à toutes les formes secondaires sous lesquelles une même espèce minérale peut se présenter. On pourrait également admettre, selon nous, que les molécules intégrantes du corps ou atomes doivent avoir la même forme que le noyau désigné sous le nom de forme primitive.

Certaines substances ne sont qu'incomplétement clivables; c'est-à-dire, qu'on ne peut par ce moyen mettre à nu qu'un certain nombre des faces de leur forme pri-

mitive. Cependant on peut encore reconnaître par ces faces découvertes leur forme primitive, et distinguer ces espèces entre elles. Ainsi, par exemple, le feld-spath, l'amphibole et le pyroxène ont tous trois, pour forme primitive, un prisme oblique à base rhombe. Ces trois substances, d'ailleurs si abondamment répandues dans la nature, ont un clivage incomplet, mais qui suffit néanmoins pour les distinguer l'une de l'autre. Ainsi le feld-spath présente deux faces de clivage, l'une parallèle à la base du prisme, l'autre parallèle à l'axe; l'amphibole présente des faces parallèles aux pans, mais aucune parallèle aux bases; enfin, dans le pyroxène ce sont les faces parallèles aux bases qu'on obtient avec le plus de facilité.

CHAPITRE II.

Formes irrégulières des minéraux.

Toutes les substances minérales, ainsi que nous l'avons déjà dit, ne se présentent pas avec des formes cristallines régulières. Très-souvent au contraire elles sont en masses amorphes, dans lesquelles on ne reconnaît plus aucune trace de cristallisation; c'est ainsi que la craie, le calcaire grossier ne rappellent en rien par leur forme et leur aspect extérieurs, les beaux cristaux du spath d'Islande, et cependant ces trois substances appartiennent à la même espèce.

Quelquefois les minéraux prennent des formes irrégulières constantes, qui ont reçu des noms particuliers. Nous allons faire connaître les plus fréquentes.

I. On appelle *Dendrites* ou *arborisations* des réunions

de petits cristaux irréguliers, disposés de manière à représenter en quelque sorte un petit arbre ramifié. Cette disposition se rencontre fréquemment dans les agathes.

II. Les *Stalactites* sont une forme irrégulière sous laquelle on rencontre certaines substances minérales et en particulier le carbonate calcaire. Ce sont des espèces d'aiguilles ou de masses quelquefois très-volumineuses, cylindroïdes ou conoïdes, qui pendent à la voûte des cavités souterraines, et qui sont formées par l'infiltration d'un liquide chargé de particules pierreuses. On peut se faire une idée très-exacte de leur formation, en les comparant à ces glaçons qui se forment au bord de nos toits pendant l'hiver. Ces stalactites existent particulièrement dans les terrains calcaires, et fréquemment on les voit se former et s'accroître graduellement.

Les fameuses grottes d'Antiparos, dont Tournefort nous a donné la description dans son voyage au Levant, les grottes qui environnent la cascade de Terni dans les États Romains, offrent des exemples de stalactites de toutes les formes et de toutes les dimensions.

III. Les *Stalagmites* se développent communément en même temps que les stalactites; elles sont produites par les gouttes de liquide chargés de sels qui tombant des voûtes souterraines et déposant à terre les particules qu'elles contiennent, y forment des couches mamelonnées. Assez souvent elles prennent assez d'accroissement pour se joindre aux stalactites et consti-

tuer ainsi des espèces de piliers qui soutiennent la voûte. Quelquefois les stalagmites sont formées par les dépôts de rivières ou de ruisseaux dont les eaux sont chargées de molécules calcaires. Elles constituent alors des masses très-étendues. Ainsi la pierre nommée *travertin*, et dont sont construits presque tous les monumens de Rome, est formée par les dépôts de l'Anio, rivière qui coule au pied des montagnes de Tivoli.

IV. On appelle *Oolithes* des pierres plus ou moins globuleuses, composées de couches concentriques superposées. Les oolithes paraissent devoir leur formation à de petits fragmens de pierres, qui suspendus dans des eaux incrustantes s'y recouvrent successivement de plusieurs couches de matières calcaires. Quand elles sont très-petites, on leur donne le nom de *pisolithes*. On en trouve dans les eaux de Vichy en Auvergne, de Tivoli près Rome, etc. Quand ces oolithes sont trop volumineuses et trop lourdes, elles tombent au fond du liquide et forment des masses à structure oolithique. Certains calcaires secondaires contiennent une énorme quantité d'oolithes et sont pour cette raison désignés sous le nom de *calcaires oolithiques*.

V. Sous le nom général de *formes nodulaires* on désigne les substances minérales qui se présentent sous une forme plus ou moins arrondie : tels sont les rognons de silex ou caillou dont on fait les pierres à fusil et qui sont si abondans dans la craie. Quelquefois ils sont creux et portent alors le nom de *géodes*. La cavité intérieure de la géode est souvent tapissée d'une couche de cristaux très-réguliers, tandis que son

extérieur est formé de matières terreuses et amorphes.

VI. On donne le nom de *galets* ou de *cailloux roulés* à des fragmens de roches qui après avoir été longtemps entraînés et agités par les eaux, ont leurs angles usés et une forme irrégulièrement arrondie. On les trouve dans le lit des torrens ou sur les bords de la mer. Quelquefois ils forment des dépôts considérables dans l'intérieur des terres. La nature des galets est extrêmement variable. Tantôt ils proviennent de roches calcaires, tantôt de roches granitiques ou volcaniques, etc.

VII. Quelques substances minérales affectent une forme qui est due au *retrait* qu'elles ont éprouvé en se desséchant après avoir été à l'état pâteux. Ainsi les argiles et les marnes, présentent quelquefois des fissures qui affectent fréquemment une disposition régulière. Mais nulle substance n'offre sous ce rapport, des formes plus remarquables que les basaltes. Ce sont d'anciennes laves produites par l'éruption de volcans. En se refroidissant et en devenant solides, elles se sont partagées, par des fissures longitudinales, en prismes, présentant de trois à six pans et formant souvent des espèces de colonnades régulières. Les basaltes sont extrêmement communs en Auvergne, et la ville de St-Flour, par exemple, est bâtie sur une colline basaltique. La grotte de Fingal dans l'île de Staffa, à l'ouest de l'Ecosse, est l'une des localités où la disposition des prismes basaltiques est la plus célèbre et la plus remarquable. Elle représente en quelque sorte la nef d'une cathédrale gothique, dont les piliers formés de

prismes réguliers n'ont pas moins de soixante pieds d'élévation; tandis que la voûte est composée de prismes beaucoup plus petits et entrecroisés en tous sens.

VIII. Quelques minéraux offrent souvent des *formes* qu'ils ont *empruntées* à d'autres substances. Ainsi par exemple des matières liquides ou pâteuses peuvent pénétrer dans l'intérieur de coquilles qui leur servent en quelque sorte de moule, et dont elles présentent plus tard la forme et l'aspect extérieur. Quelquefois ces matières s'introduisent dans un moule laissé vide par la destruction d'un corps organisé qui s'est détruit et dont elles ont pris la place. Le même résultat peut encore se produire par voie de *pétrification*. Ainsi certaines matières organisées, telles que du bois par exemple, enfouies dans le sein de la terre, peuvent avoir été petit à petit pénétrées par des liquides chargés de molécules pierreuses, qui finissent par remplacer la matière organique. Mais ce qui est fort remarquable, c'est que cette matière anorganique, tantôt calcaire, tantôt siliceuse, présente la même organisation, la même disposition de parties que le corps organisé qu'elle a remplacé. Ainsi dans le bois pétrifié, on reconnaît encore la structure fibreuse propre à cet organe. On distingue même très-facilement la structure particulière au bois des arbres monocotylédons et des arbres dicotylédons.

Le règne animal nous offre également des exemples de pétrification. En général il n'y a que les parties dures qui persistent, comme les os, les dents et le teste des coquillages; toutes les parties molles se détruisent. Cependant on trouve des animaux charnus, des alcyons

par exemple, dans lesquels il n'entre aucune partie dure, et qui se sont parfaitement conservés.

On n'a pas d'exemple de fruits pulpeux pétrifiés. Mais on a trouvé des noix, des cônes de conifère, etc.

IX. Quelquefois entre deux espèces minérales il se fait aussi des substitutions analogues à celles que nous venons de faire connaître. Mais elles sont toujours le résultat de l'action chimique. Une matière en se décomposant se change en une autre qui occupe sa place, et ce qui est plus à noter, qui se présente sous la forme cristalline propre à la première. Ainsi le sulfure de fer se change quelquefois en oxide ou en hydroxide; le phosphate et le carbonate de plomb peuvent se convertir en sulfure, etc. Ces changemens proviennent de ce que ces matières se trouvent exposées à l'action de vapeurs ou de liquides de diverse nature, qui tendent à en opérer la décomposition. Haüy a donné le nom d'*Epigénie* à cette substitution d'une matière à une autre, par suite de la loi des doubles décompositions.

Après avoir étudié les formes des minéraux nous allons nous occuper de leur structure.

CHAPITRE III.

De la structure des minéraux.

La structure des minéraux, c'est-à-dire la disposition respective et l'arrangement des parties qui les composent, peut être régulière ou irrégulière.

La *structure régulière* est celle dans laquelle les molécules en s'arrangeant entre elles, se sont disposées

de manière à ce qu'elles présentent une symétrie parfaite. C'est le cas de toutes les substances cristallisées régulièrement. On conçoit, d'après ce que nous avons dit précédemment en traitant de la formation des cristaux, que pour qu'ils soient réguliers, il a fallu qu'aucune cause ne vienne troubler l'arrangement symétrique de leurs molécules. Aussi la structure régulière est-elle également nommée *structure cristalline*. Aussitôt que la cristallisation est confuse, la structure devient irrégulière. C'est par le moyen du clivage que l'on peut apprécier la structure régulière d'un corps. Nous ne reviendrons pas ici sur ce que nous en avons déjà dit.

La *structure irrégulière* est aussi désignée sous le nom de *texture*. Elle se manifeste avec le plus d'évidence dans les substances qui ne présentant plus aucune trace de cristallisation, constituent des masses terreuses et sans formes déterminées : on dit alors que la structure est *compacte*. Si la substance est brillante, translucide et ressemblant à une masse de verre, elle est *vitreuse* : telle est celle d'une masse de quarz.

Mais le plus souvent dans les minéraux à structure irrégulière on trouve encore des traces plus ou moins manifestes d'une cristallisation confuse. Ce sont tantôt des lames, tantôt des fragmens de cristaux, diversement groupés qui constituent autant de sortes de structure irrégulière. De là les expressions suivantes :

Structure lamellaire, formée de petits cristaux lamelleux, entrecroisés irrégulièrement dans tous les sens, et dont les lames se font remarquer par un éclat particulier nommé *chatoiement*. Tels sont la galène com-

pacte, le gypse grossier ou pierre à plâtre, certaines espèces de talc.

Structure saccharoïde. Si les lamelles sont extrêmement petites, de manière que la masse ressemble en quelque sorte à un morceau de sucre : *exemple :* la variété de carbonate de chaux qui forme le marbre blanc statuaire.

Structure schisteuse ou *feuilletée.* Si les lames sont plus grandes et facilement séparables les unes des autres, comme les ardoises, le mica, le gypse cristallisé.

Structure fibreuse. Elle résulte de l'agrégation de cristaux alongés, quelquefois extrêmement fins comme des aiguilles ou des cheveux. Quand ces cristaux sont assez volumineux, on dit de la structure qu'elle est *bacillaire*, comme dans l'arragonite, la tourmaline.

La structure *fibreuse* proprement dite est celle dont les cristaux sont très déliés et comme des aiguilles. Tantôt ils sont entrecroisés en tous sens (sulfure d'antimoine), tantôt ils sont rayonnans, du centre à la circonférence (fer pyriteux rayonnant).

Quelquefois ils sont comme soyeux (malachite), ou souples et flexibles (amiante).

Structure granulaire. Composée de petits cristaux irrégulièrement arrondis réunis ensemble. Tels sont le grès des paveurs et certains granits. Tels sont encore les *poudingues* et les *brèches* formés par l'agrégation de cailloux roulés ou de fragmens de roches liés ensemble par un ciment commun.

Structure oolithique. Elle ressemble à la structure granulaire, avec cette différence que les grains sont com-

posés de couches concentriques superposées : *exemple :* le minerai de fer en grains.

Structure cellulaire ou *poreuse*. Quand la masse présente de petites cavités irrégulières dont la formation est due au dégagement de matières gazeuses qui se sont développées dans l'intérieur de la masse. Telles sont certaines laves.

Structure stratiforme, ou en couches, celle qui provient de couches superposées souvent de couleurs différentes : *exemple :* les agathes onyx ; l'albâtre de Montmartre.

Structure organique. Celle des corps organisés pétrifiés comme les bois par exemple, dans lesquels on peut reconnaître l'organisation propre aux végétaux monocotylédons et dicotylédons.

CHAPITRE IV.

De la cassure.

La cassure des minéraux, c'est-à-dire, l'aspect particulier que présente leur surface ou celle de leurs fragmens, quand on vient à les briser, fournit généralement d'assez bons caractères pour distinguer les espèces. Ces caractères sont constamment en rapport avec la structure de la substance que l'on examine. Ainsi quand la structure est régulière et cristalline, la cassure offre un aspect qui est l'expression de cette structure ; elle est alors lamelleuse, feuilletée, fibreuse, granulaire, saccharoïde, etc.

Ce n'est que quand la substance offre la structure irrégulière et compacte, que la cassure est représentée par

quelques expressions spéciales, que nous ferons connaître ici :

1° Relativement à la forme;

La cassure est *conchoïde* quand l'un des fragmens est concave et l'autre convexe avec des stries concentriques, de manière à rappeler l'aspect de certaines coquilles bivalves : *exemple* : le silex pyromaque ou pierre à fusil.

Elle est *plate* au contraire quand elle offre une surface unie : *exemple* : la pierre lithographique.

2° Relativement à l'aspect;

Elle est *vitreuse* (le cristal de roche); *résineuse*, offrant l'aspect d'une résine; le quarz résinite;

Cireuse, offrant l'aspect de la cire (certains pétrosilex).

Terreuse (la craie, les marnes).

CHAPITRE V.

Poids spécifique.

Toutes les substances minérales ont une pesanteur particulière qui, en général, est fixe dans chaque espèce, et varie pour chacune d'elles. Elle peut donc servir à les caractériser et à les distinguer les unes des autres.

On appelle poids spécifique d'un corps, le rapport qui existe entre son poids et celui de diverses autres substances sous un même volume donné.

En général, on prend l'eau distillée comme point de comparaison ou comme étalon normal pour déterminer le poids spécifique des autres substances, et on représente son poids par l'unité. Ainsi, un volume donné d'eau distillée pesant 1, le même volume de plomb pè-

sera 11,352; le même volume d'or 19,257. D'où l'on déduit que le plomb pèse 11 fois et des fractions plus que l'eau distillée, et l'or 19 fois et des fractions.

Il y a plusieurs procédés pour connaître le poids spécifique d'un corps. Le plus simple est le suivant :

On prend un flacon bien bouché à l'émeri et rempli d'eau distillée : on le place avec le corps dont on veut connaître le poids spécifique et qu'on a pesé préalablement, dans le plateau d'une balance, et on pèse le tout. On met ensuite le corps dans le flacon. Il en fait sortir un volume d'eau exactement égal au sien. Le flacon bien essuyé, et contenant le corps, est pesé de nouveau : la différence en moins de ce dernier poids au premier, exprime le poids de l'eau déplacée. Il devient alors très-facile d'établir le rapport du poids de l'eau à celui du corps en expérience.

Mais le moyen dont on se sert le plus généralement, c'est de peser alternativement un corps dans l'air et dans l'eau. Cette méthode est fondée sur ce principe : qu'*un corps solide plongé dans l'eau y perd une certaine quantité de son poids égale à celui du volume du liquide qu'il déplace*. Pour opérer, on se sert d'un aréomètre particulier, connu sous le nom de *balance de Nicholson*. C'est un cylindre métallique creux, terminé à sa partie supérieure par une tige qui porte à son sommet un petit disque légèrement concave : sur cette tige est un petit trait noir et circulaire; à l'extrémité inférieure du cylindre est suspendu un petit cône métallique renversé, lesté de manière à ce que l'instrument reste perpendiculairement plongé dans le liquide, et que cependant une partie du cylindre surnage.

Quand on veut se servir de l'instrument, on le place dans une éprouvette remplie d'eau distillée, puis on affleure l'instrument, c'est-à-dire qu'on place sur le disque supérieur les poids nécessaires pour l'enfoncer jusqu'au trait circulaire de la tige. On enlève ensuite ces poids dont on a noté la quotité, on place le corps sur le disque, et on y ajoute les poids nécessaires pour affleurer de nouveau l'instrument. La différence entre ce second poids et le premier est nécessairement celui du corps pesé dans l'air. Maintenant, sans déranger les poids ajoutés dans le disque, on place le corps sur la base du cône, et on le plonge dans l'eau. L'instrument n'est plus affleuré, parce que le corps plongé dans l'eau a perdu de son poids; on est donc forcé d'ajouter sur le disque un certain nombre de poids. Or, la somme de ces derniers est le poids d'un volume de liquide égal à celui du corps dont on a voulu connaître la pesanteur spécifique.

Le poids spécifique, quand il a été pris avec toutes les précautions qu'exige l'opération, est un caractère d'une assez grande valeur. Mais il est rare cependant qu'il puisse servir seul à distinguer deux substances.

Exemple du poids spécifique de quelques métaux.

Potassium	0,865
Arsenic	5,789
Zinc	6,861
Étain	7,291
Fer	7,788
Cuivre	8,895
Argent	10,474

Plomb	11,352
Mercure	13,568
Or	19,252
Platine	20,098

CHAPITRE VI.

Caractères optiques des minéraux.

Nous réunissons dans ce chapitre les caractères que l'on peut tirer de la manière dont la lumière se comporte sur les corps; telles sont la transparence et l'opacité, la réfraction simple ou double, et les couleurs.

§ I. *Transparence.*

Un corps qui se laisse assez facilement traverser par les rayons lumineux pour permettre d'apercevoir un autre corps placé derrière lui est *transparent. Exemple :* Une lame de mica, de spath calcaire, de gypse cristallisé, de cristal de roche.

Un corps transparent peut être incolore ou diversement coloré. Quand les couleurs sont très-intenses, il est rare qu'elles ne nuisent pas à la transparence, comme dans le quarz enfumé, par exemple.

Quelquefois cependant on n'aperçoit que difficilement et confusément à travers un corps : on dit alors qu'il est *demi-transparent :* comme certaines agathes, par exemple.

Si le corps laisse seulement traverser la lumière, mais sans permettre de distinguer les objets placés derrière

lui, on dit qu'il est *translucide :* exemple : les cornalines.

Enfin tout corps que la lumière ne peut traverser est *opaque*. Tous les métaux sont dans ce cas.

L'opacité peut être plus ou moins complète. Quelquefois elle ne dépend que de l'épaisseur trop considérable du corps. Si on le réduit en lames minces, celles-ci sont non-seulement translucides, mais souvent transparentes : *exemple :* le mica laminaire.

§ II. *Réfraction.*

Lorsqu'un rayon lumineux passe obliquement d'un milieu dans un autre de densité différente, il éprouve à partir de son point d'immersion une déviation plus ou moins grande qui varie suivant la nature du milieu. S'il passe de l'air dans un corps solide ou liquide, le rayon se rapproche de la perpendiculaire élevée au point d'immersion. Si, au contraire, le milieu est moins dense, il s'en écarte. On a donné le nom de *réfraction* à cette propriété dont jouissent seulement les corps transparens, de dévier les rayons lumineux qui les traversent.

Mais certains corps, particulièrement les substances cristallines qui n'appartiennent point au système cubique, jouissent de la propriété remarquable de forcer le rayon lumineux à se diviser en deux faisceaux. Il résulte de là nécessairement qu'un corps placé derrière une semblable substance, surtout s'il est de petite dimension, se voit double. On dit alors que cette substance jouit de la *double réfraction*. Nulle substance ne montre la double réfraction d'une manière plus manifeste que le spath d'Islande. On l'observe également dans le soufre, le

cristal de roche. Tantôt cette propriété se fait voir à travers deux faces parallèles d'un cristal, comme dans le spath calcaire, tantôt entre des faces non parallèles comme dans le cristal de roche.

Tous les minéraux non cristallisés ou ceux qui appartiennent au système de cristallisation *cubique*, n'offrent que la réfraction simple. Le diamant est dans ce cas.

§ III. *Couleurs.*

Les substances minérales peuvent être incolores ou diversement colorées. Celles qui sont à la fois incolores et opaques sont blanches, comme la craie par exemple. Quelquefois la coloration des corps est purement accidentelle et dépend du mélange de quelque autre matière étrangère. Ainsi, le cristal de roche est naturellement incolore, il peut être accidentellement violet, noir, etc. De là la distinction des couleurs en *propres* et en *accidentelles*. Ces dernières peuvent être produites par des causes très-diverses : tantôt par des mélanges mécaniques de matières étrangères, qui se sont trouvées mêlées à la substance encore liquide au moment où elle a cristallisé ; tantôt par des combinaisons chimiques. Les couleurs *propres* au contraire sont fixes et invariables et peuvent servir à caractériser les corps, parcequ'elles tiennent à leur nature même. Ainsi le sulfure de mercure est rouge, le molybdate de plomb est jaune, etc.

La nuance des couleurs, et leur disposition sont extrêmement variables, et peuvent servir à caractériser un grand nombre de corps. Mais il faut pour cela que ces corps soient à leur état de pureté. Ainsi, le soufre, l'or,

l'argent, le cuivre, pourront toujours être reconnus à leur seule couleur.

On nomme *couleurs irisées* celles qui présentent les nuances diverses de l'arc-en-ciel. Tantôt, elles sont le résultat de la décomposition que la lumière éprouve dans l'intérieur du corps, surtout quand celui-ci offre un grand nombre de fissures intérieures : par exemple, dans le quarz, le gypse, les pyrites de cuivre, etc. Tantôt elles dépendent d'un arrangement particulier des molécules des corps, comme dans le feld-spath chatoyant ou pierre de Labrador, l'opale, etc.

§ IV. *Phosphorescence.*

Certains minéraux ont la propriété de devenir lumineux, ou de luire dans l'obscurité, quand on les place dans des circonstances convenables. Ils sont alors *phosphorescens*. Le plus souvent c'est en élevant leur température que l'on développe cette propriété. Ainsi, en projetant sur une pelle très-chaude du fluate ou du phosphate de chaux réduits en poudre, ils deviennent lumineux ou phosphorescens. On obtient le même résultat en frottant fortement l'un contre l'autre dans l'obscurité deux morceaux de silex.

La phosphorescence peut être produite dans les corps par trois procédés différens.

1° Certains corps peuvent devenir phosphorescens par la percussion. Ainsi, quand on frotte fortement l'un contre l'autre dans l'obscurité deux morceaux de cristal de roche ou de pierre à fusil, on voit des traînées lumineuses se manifester dans les points qui ont été le plus

exposés au frottement. Il suffit même quelquefois du frottement le plus léger pour déterminer ce phénomène, comme dans certaines variétés de feld-spath. Enfin, il y a une variété de sulfure de zinc qu'on rend phosphorescente en passant dessus les barbes d'une plume.

2° La chaleur rend phosphorescens un très-grand nombre de corps. On les réduit en petits fragmens ou en poudre, et on les expose ensuite sur une lame de fer chauffée. La couleur de la lueur est très-variable. On peut observer ce phénomène dans le spath fluor, le spath calcaire, le phosphate de chaux, l'argent muriaté, etc.

Très-souvent l'insolation ou la simple chaleur du soleil suffit pour obtenir le même résultat. C'est ce qu'on observe parfaitement dans cette variété de baryte sulfatée radiée, connue sous le nom de *phosphore de Bologne.*

3° Enfin, en accumulant sur un corps un grand nombre d'étincelles électriques, on peut aussi le rendre lumineux dans l'obscurité.

§ V. *Éclat.*

L'éclat, c'est-à-dire la manière dont un corps réfléchit la lumière et la renvoie à notre œil, doit aussi être compté parmi les propriétés physiques des minéraux. Les expressions par lesquelles on exprime les nuances diverses de cette propriété sont empruntées à des comparaisons prises dans d'autres corps bien connus. C'est ainsi qu'on dit : éclat *métallique* ou *métalloïde;* éclat *résineux*, *vitreux*, *gras*, *nacré*, *soyeux*. Ces diverses expres-

sions s'entendent d'elles-mêmes, sans avoir besoin d'être plus longuement définies.

CHAPITRE VII.

Des degrés de résistance aux actions mécaniques.

1° Elasticité.

Plusieurs substances minérales ont la propriété de céder à l'effort que l'on fait pour les courber et de revenir fortement à leur position primitive quand cet effort cesse. On nomme élasticité cette propriété particulière, qui peut servir à distinguer l'un de l'autre certains minéraux. Ainsi le mica qui ressemble tant au talc, en diffère par son élasticité dont l'autre manque. On connaît une variété de grès, qui nous vient du Brésil et qui est très-élastique. Beaucoup de substances minérales réduites en lames plus ou moins minces, laissent apercevoir cette propriété, qu'elles ne semblent pas posséder quand elles sont en grandes masses.

2° Dureté.

Cette expression peut être prise dans des sens tout à fait différens. Ainsi elle exprime tantôt la résistance qu'un corps oppose au choc qui tend à le briser; elle est alors opposée à celle de fragilité; tantôt elle s'applique à la résistance que le corps oppose à se laisser déprimer par les doigts; elle est opposée à la mollesse; tantôt enfin c'est la résistance à se laisser rayer ou entamer par un autre corps. C'est dans ce dernier sens

que la dureté devient une propriété employée pour caractériser les minéraux.

Il est important de remarquer que les différens modes de résistance des corps à l'action des forces mécaniques, ne se trouvent pas réunis au même degré dans un même corps. Ainsi le diamant, que l'on considère comme le corps le plus dur puisqu'il les raye tous et qu'il ne peut être rayé par aucun d'eux, résiste cependant difficilement au choc d'un marteau qui le brise avec assez de facilité.

Pour que la dureté pût devenir un caractère dans les minéraux, on a en quelque sorte dressé une table qui sert de point de comparaison. Ainsi entre le talc qui est la substance la plus tendre et le diamant qui est la plus dure, on a placé huit autres substances dont la dureté va en croissant. Voici ces substances :

1. Talc.
2. Gypse.
3. Calcaire.
4. Spath fluor.
5. Phosphate de chaux.
6. Feldspath.
7. Quarz.
8. Topaze.
9. Corindon.
10. Diamant.

Si l'on veut exprimer le degré de dureté d'un corps qui ne soit pas compris dans la table précédente, on l'essaye par les corps qui forment cette table, et l'on arrive à un point où le corps qu'on essaie cesse d'être

rayé. On dit alors que tel corps est rayé par tel des corps de la table et raye tel autre de la même table.

On exprime encore d'une manière générale la dureté d'un corps, en disant qu'il produit ou ne produit pas d'étincelles par le choc du briquet. Ainsi on distinguerait facilement un morceau de cristal de roche d'un morceau de gypse ou de calcaire, en ce que le premier étincelle sous le choc d'un briquet, ce que ne font pas les deux autres.

3° Tenacité.

On appelle ainsi la résistance que les corps opposent au choc; c'est comme on voit une propriété que l'on confond en général avec la dureté. En général les corps solubles dans l'eau, les hydrates ou ceux dont l'eau est partie constituante, sont peu tenaces. Les corps dont la cassure est lamelleuse ont plus de tenacité que ceux où elle est compacte.

En général la tenacité est un caractère d'une faible valeur, parce qu'il est fort difficile d'évaluer exactement la force que l'on a employée pour produire le choc.

4° Flexibilité.

C'est la propriété que certains corps ont de pouvoir être courbés sans se rompre. Elle est très-manifeste par exemple dans un grand nombre de métaux, comme l'or, l'argent, le cuivre, le plomb, etc. L'amiante offre une flexibilité telle, qu'elle ressemble en quelque sorte à des fils de soie.

4° Ductilité et Malléabilité.

Une substance qui peut facilement s'étendre en fils quand on la tire en deux sens différens est *ductile;* celle au contraire qui s'amincit en lames sous le choc du marteau est *malléable.* Ces deux propriétés sont surtout très développées dans un certain nombre de métaux. De là leur distinction en métaux ductiles et en métaux fragiles.

Le plomb est très-malléable et peu ductile. L'or possède à un très-haut degré l'une et l'autre propriété.

CHAPITRE VIII.

Électricité et magnétisme.

Les minéraux sont tous susceptibles de s'électriser, par l'emploi de différens moyens; soit par le frottement sur un autre corps, du drap par exemple, soit en les pressant simplement entre les doigts, soit en les chauffant plus ou moins fortement. Il en est chez lesquels cette propriété se développe avec une grande promptitude, et qui néanmoins la conservent très-long-temps; tels sont le spath d'Islande et la topaze, qu'il suffit de tenir pendant quelque temps entre les doigts, et qui restent électrisés pendant très-long-temps, quel que soit l'état de l'atmosphère. D'autres doivent être chauffés mais d'une manière uniforme, comme la tourmaline, par exemple.

Les uns manifestent l'électricité vitrée ou positive, les autres l'électricité résineuse ou négative. Il en est

chez lesquels se développent en même temps les deux sortes d'électricité; tels sont particulièrement ceux que l'on a chauffés uniformément dans toute leur étendue. Ils offrent alors deux pôles, qui agissent d'une manière opposée sur la même extrémité d'une aiguille aimantée.

Certains minéraux, et particulièrement ceux qui sont de nature vitreuse ou pierreuse, s'électrisent avec la plus grande facilité par le frottement, la chaleur, la percussion et les autres moyens ordinaires; d'autres, au contraire, ne développent la propriété électrique, qu'après avoir été isolés, c'est-à-dire, placés sur un support fait d'une matière qui ne laisse pas passer l'électricité, comme les résines, la cire d'Espagne, le verre, etc. Les métaux sont surtout dans ce dernier cas. On divise donc les substances minérales en *isolantes* et *conductrices*.

L'électricité par la chaleur s'observe particulièrement dans les corps isolans. Deux substances, surtout la topaze et la tourmaline, présentent ce phénomène au plus haut degré. Ce qui est fort remarquable, c'est qu'une aiguille ou cristal de tourmaline chauffé, présente deux pôles comme un barreau aimanté.

On doit à M. Becquerel des notions extrêmement exactes et neuves sur ce sujet, et qu'on peut en quelque sorte réduire aux axiomes suivans :

1° La tension électrique va croissant comme la chaleur.

2° Dès que la température devient stationnaire, l'électricité disparaît complétement.

3° Dès que la température décroît, l'électricité reparaît; mais ce qui est fort singulier, les pôles ont changé.

L'extrémité du cristal qui manifestait l'électricité positive offre l'électricité négative, et *vice versâ*.

Le *magnétisme* est considéré aujourd'hui comme une modification de l'électricité. Il n'y a qu'un petit nombre de corps qui jouissent de la propriété d'agir sur l'aiguille aimantée; tels sont le fer, le nickel et le cobalt, mais seulement dans certains états déterminés.

Chez les uns le *magnétisme est simple*, c'est quand le même corps agit également sur les deux extrémités de l'aiguille, tel est le fer, par exemple; il est appelé *magnétisme polaire*, au contraire, chez les corps qui, présentés successivement par le même point aux deux extrémités de l'aiguille, attirent l'une et repoussent l'autre. La pierre d'aimant naturel ou oxyde de fer magnétique est dans ce cas.

CHAPITRE IX.

Propriétés diverses.

Nous parlerons ici de quelques propriétés physiques qui ne rentrent pas dans un des chapitres précédens; telles sont les saveurs, les odeurs, l'action sur le toucher, la faculté d'absorber de l'humidité ou d'en perdre.

1° Tous les corps solubles sont sapides. Un grand nombre de corps peuvent être fort bien caractérisés par leur saveur; tels sont le nitrate de potasse, l'alun, le sulfate de magnésie, le chlorure de sodium, etc.

2° Les odeurs peuvent être distinguées en odeurs *propres* et en *accidentelles*. Les premières sont celles qui appartiennent aux corps où on les observe, et qui par con-

séquent les caractérisent; telle est l'odeur suffocante de l'ammoniaque, celle de l'acide sulfureux, du chlore, etc. Certains corps ont besoin d'être frottés pour manifester de l'odeur : tels sont le succin, le silex, etc. Quelquefois il suffit de l'humidité de l'haleine pour la développer dans certaines substances; c'est ce qui se remarque surtout dans les argiles, et, en général, dans un grand nombre de minéraux à l'état terreux.

Les odeurs accidentelles peuvent être dues à des causes très-diverses. Ainsi, ce sont quelquefois d'autres matières que les corps contiennent fortuitement; telle est l'odeur de certains bois bitumineux, le calcaire à odeur de truffe, etc.

3° *Action sur le toucher.*

Il y a des corps qui sont *doux au toucher;* tels sont les diverses sortes de talc, d'autres paraissent comme gras ou onctueux, comme la stéatite, le sulfure de molybdène, le carbure de fer, les argiles mouillés. Il en est qui présentent, au contraire, une certaine âpreté, soit dans leur masse, soit dans leur poussière : telles sont les pierres ponces et beaucoup de laves celluleuses.

4° L'eau entre comme partie constituante dans un très-grand nombre de substances, qui sont alors ce qu'on appelle *hydratées.* Dans certains cas, il est plusieurs de ces corps qui, exposés à l'air, y perdent une portion de l'eau qu'ils contiennent. Ils se recouvrent alors d'une poussière, ordinairement blanche, qui, en général, n'est que le même corps moins l'eau qui en faisait primitivement partie. Ces corps sont *efflorescens;* tels sont,

en général, les sels de soude et, en particulier, le carbonate, le sulfate, le phosphate, le borate.

5° Au contraire, il est des corps qui, exposés à l'air, en absorbent l'humidité, au point de finir par s'y dissoudre. Ils sont alors *déliquescens* : tels sont beaucoup de sels de potasse, le nitrate de chaux, l'hydrochlorate de chaux.

D'autres manifestent leur avidité pour l'eau, seulement en *happant* fortement à la langue, quand on vient à les toucher avec cet organe, comme certaines argiles.

PROPRIÉTÉS ET CARACTÈRES CHIMIQUES DES MINÉRAUX.

Les propriétés physiques que nous venons d'étudier nous ont fourni d'excellens caractères pour la distinction des espèces minérales entre elles. Cependant il est rare que seules elles puissent suffire pour bien caractériser ces espèces. Il faut, en général, y joindre la composition chimique, qui est une source de caractères de la plus haute importance. Quelle que soit, en effet, la variation des formes sous lesquelles une même substance peut se présenter, sa composition chimique reste constamment la même. Ainsi, le calcaire ou chaux carbonatée peut offrir mille formes cristallines différentes, une structure tantôt cristalline, tantôt saccharoïde, tantôt terreuse; une cassure, une transparence, en un mot, des propriétés physiques entièrement opposées, et la proportion de ses élémens restera toujours la même. Ainsi, la craie et le spath d'Islande bien cristallisé seront l'une et l'autre composés de 44 p. d'acide carbonique, et de 56 p. de chaux.

La composition chimique des substances minérales offre des différences très-grandes. Ainsi, ce sont tantôt des corps simples, ou jusqu'à présent indécomposés, comme le soufre, le carbone, l'or, le cuivre, etc.; tantôt des composés binaires, ternaires ou quaternaires.

En chimie, on compte cinquante-quatre corps simples, savoir : 14 métalloïdes, et 40 métaux. Mais un grand nombre de ces corps n'existent pas ainsi isolés dans la nature, et c'est par des procédés chimiques qu'on les sépare de ceux avec lesquels ils sont constamment combinés. Il n'y en a guère que treize que la nature nous offre à l'état libre, ce sont :

L'antimoine.	Le mercure.
L'argent.	L'or.
L'arsenic.	Le palladium.
Le bismuth.	Le platine.
Le carbone.	Le soufre.
Le cuivre.	Le tellure.
Le fer.	

Tous les autres minéraux sont des composés à différens degrés des cinquante-quatre corps simples entre eux. Ainsi, l'oxigène en se combinant avec les corps simples forme ou des oxides ou des acides. Le soufre constitue des sulfures, le carbone des carbures, etc.

En général, les composés binaires sont de beaucoup les plus nombreux.

Les composés ternaires sont formés de deux composés binaires qui ont un élément commun, le soufre, l'oxigène, le chlore, etc. Ainsi, la pyrite de fer se compose de sulfure de fer et de sulfure de cuivre, le sulfate de

chaux est aussi un composé ternaire, dans lequel entrent du soufre, de l'oxigène et du calcium.

Quant aux composés quaternaires ou à ceux d'un ordre plus élevé, ils sont rares dans la nature. Tantôt, ce sont trois composés binaires ayant un même élément minéralisateur; tantôt un composé binaire et un composé ternaire réunis.

On donne le nom d'*atomes* aux plus petites particules matérielles que l'on peut supposer exister dans un corps. Les atomes sont tellement petits qu'en général ils échappent à nos sens. Le nombre des atomes élémentaires est le même que celui des corps simples; c'est-à-dire qu'il y en a cinquante-quatre espèces différentes. En se réunissant plusieurs ensemble, les atomes constituent les molécules des corps, que leur petitesse dérobe également à nos yeux.

Les différences que l'on observe dans les minéraux peuvent dépendre de la nature, du nombre et de l'arrangement des atomes simples, dont se composent leurs molécules, ce qui peut faire varier à l'infini la composition chimique des minéraux.

Certains corps dont les atomes ne sont pas les mêmes, ont néanmoins leurs atomes en même nombre, et réunis de la même manière. Il en résulte fréquemment que, malgré la nature différente de leurs atomes, il existe entre eux de très-grands rapports; ainsi leurs formes cristallines sont ou les mêmes, ou du moins offrent une grande analogie. On dit que ces corps sont *isomorphes* : ainsi le sel marin et le spath fluor, cristallisent tous deux dans le système du cube, bien que leurs élémens ne

soient pas les mêmes; il en est de même du phosphate et de l'arseniate de plomb, etc.

Ce qu'il est très-important de remarquer, c'est que les corps isomorphes peuvent se remplacer mutuellement dans une combinaison, sans que la forme du composé soit sensiblement altérée. L'isomorphie peut provenir aussi bien de l'acide que de la base. Ces observations curieuses sont dues à M. Mitscherlich.

Il est une autre classe de corps également remarquables : composés des mêmes élémens et dans les mêmes proportions, ils présentent néanmoins des caractères et des propriétés différentes. Ainsi, le calcaire et l'arragonite offrent une composition chimique identique, et cependant leurs formes cristallines, et plusieurs de leurs propriétés physiques sont différentes : le premier appartient au système rhomboédrique, l'autre au prisme rhomboïdal. Le premier se clive facilement, le second ne se clive pas, etc. Ces corps ont été nommés *isomères*. La chimie nous en présente plusieurs : ainsi les acides phosphorique et pyrophosphorique, tartrique et pyrotartrique offrent des caractères différens, quoique leur composition chimique soit essentiellement la même.

Les différens corps simples peuvent se combiner entre eux dans différentes proportions. Ainsi l'oxigène, en se combinant au soufre, donne naissance à quatre composés acides qui sont : les acides hyposulfureux, sulfureux, hyposulfurique et sulfurique; le soufre, en se combinant à l'arsenic, constitue deux sulfures, le réalgar ou sulfure rouge, et l'orpiment ou sulfure jaune. Dans chacune de ces combinaisons, la quantité d'oxigène ou de

soufre va en croissant ; ainsi dans l'acide hyposulfureux il y a 50 d'oxigène sur 100 de soufre ; dans l'acide sulfureux, 100 d'oxigène et 100 de soufre; dans l'acide hyposulfurique, 125 d'oxigène; dans l'acide sulfurique, 150 d'oxigène, toujours avec 100 parties de soufre.

Si l'on fait attention aux nombres qui représentent la quantité d'oxigène, on voit qu'ils sont proportionnels et qu'il existe entre eux les mêmes rapports qu'entre les nombres 1, 2, 2 1/2, 3. C'est qu'en effet les combinaisons se font toujours dans des *proportions fixes* et rigoureusement déterminées; ainsi, par exemple, 100 parties de soufre ne pourront pas se combiner avec 15, avec 70 p. d'oxigène, et donner naissance à des composés fixes; il n'y a de possible, entre ces deux corps, que les combinaisons dont nous avons indiqué les proportions.

Dans toutes les combinaisons binaires ou ternaires, il y a un des corps, qui semble avoir exercé une action plus puissante que les autres, et imprimé au composé des caractères particuliers. Les anciens avaient déjà reconnu cette vérité, et ils admettaient des corps *minéralisateurs*, comme le soufre et l'arsenic, par exemple, et des corps *minéralisés*.

L'emploi de la pile voltaïque dans l'analyse des minéraux a jeté un très-grand jour sur cette question. Ainsi, lorsque l'on décompose un corps par ce moyen puissant, l'un des composans se rend au pôle positif ou vitré, et l'autre au pôle négatif ou résineux. Ce résultat provient évidemment de ce que les deux corps combinés étaient dans des états électriques différens ; celui dont l'électri-

cité était négative se rend au pôle positif, et *vice versâ*. Ainsi, si l'on soumet un oxide métallique, ou un sulfure à l'action de la pile, l'oxigène ou le soufre se porteront au pôle positif, et le métal au pôle négatif. L'oxigène et le soufre sont donc doués de l'électricité négative. De là, la distinction importante qui a été établie des corps *électro-négatifs* et des corps *électro-positifs*.

Ce que nous devons faire remarquer principalement ici, c'est que les corps électro-négatifs sont ceux qui dans les combinaisons exercent l'action la plus puissante; ils agissent comme les acides, et correspondent à ce qu'autrefois on appelait agens minéralisateurs. Voici l'ordre dans lequel on a rangé les corps simples relativement à leur état électrique.

Électro-négatifs.		*Électro-positifs.*
Oxigène.	Hydrogène.	Or.
Soufre.		Osmium.
Azote.		Iridium.
Phtore.		Platine.
Chlore.		Rhodium.
Brôme.		Palladium.
Iode.		Mercure.
Sélénium.		Argent.
Phosphore.		Cuivre.
Arsenic.		Urane.
Chrôme.		Bismuth.
Molybdène.		Etain.
Tungstène.		Plomb.
Bore.		Cadmium.

Carbone.	Cobalt.
Antimoine.	Nickel.
Tellure.	Fer.
Tantale.	Zinc.
Titane.	Manganèse.
Silicium.	Cérium.
	Thorium.
	Zirconium.
	Aluminium.
	Yttrium.
	Glucium.
	Magnésium.
	Calcium.
	Strontium.
	Baryum.
	Lithium.
	Sodium.
	Potassium.

La table précédente présente les corps simples dans l'ordre du degré de leur électricité négative ou positive. Elle commence par l'oxigène qui est le corps le plus éminemment électro-négatif, et finit par le potassium qui est le plus électro-positif. L'hydrogène est placé entre ces deux séries. Cette table sert à déterminer à l'avance, quand on décompose un corps, vers quel pôle iront chacun de ses élémens. Ainsi, tous les corps placés dans la table, à gauche de l'hydrogène, iront au pôle positif ou vitré, et ceux placés à droite au pôle négatif ou résineux. Par exemple, le sulfure de cuivre, décomposé par la pile, le soufre ira au pôle positif, et le cuivre au

pôle négatif. Si le composé est ternaire, tous les corps composés d'oxigène et d'un des corps compris dans la série qui précède l'hydrogène iront au pôle positif, les autres au pôle négatif. Ainsi, du sulfate de soude soumis à l'action de la pile, l'acide sulfurique va au pôle positif, et la soude au pôle négatif.

Cependant nous devons ajouter que cette nature de l'électricité, soit positive, soit négative, n'est pas absolue, mais seulement relative; qu'un corps qui est électro-négatif, relativement à un autre, devient électro-positif, comparé à un second placé plus haut dans la série électrique. Ainsi l'iode qui est électro-négatif, relativement au mercure ou au plomb, devient électro-positif, relativement à l'oxigène ou au soufre.

La connaissance de la composition chimique, avons-nous dit, est de la plus haute importance pour la détermination des espèces minérales. C'est par le moyen de l'analyse chimique qu'on arrive à connaître la nature des élémens dont un corps est composé. Mais pour le but que se propose le minéralogiste, il ne s'agit pas de faire une analyse fine et délicate, qui isole chacun des composans, et en détermine rigoureusement la proportion. Pour la détermination de l'espèce minérale, il suffit de constater l'existence des principes constituans du corps, sans arriver à les isoler et à les peser. Or, on emploie deux moyens principaux pour atteindre ce but. Tout corps devant être préalablement dissous pour reconnaître sa composition, tantôt on se sert du feu pour le fondre, tantôt on emploie des réactifs liquides. De là deux sortes d'analyses connues sous les noms

d'analyse par la *voie sèche*, analyse par la *voie humide*.

CHAPITRE Ier.

Analyse par la voie sèche.

C'est avec le chalumeau que se fait l'essai des substances minérales par la voie sèche. On place un petit fragment du corps que l'on veut essayer, tantôt à l'extrémité d'une pince dont les branches sont en platine, tantôt sur une feuille mince de ce métal, un peu creusée en cuiller, ou sur un morceau de charbon.

Par le feu du chalumeau bien dirigé, on peut produire une chaleur de 160° du pyromètre de Wedgwood.

Le chalumeau peut être employé seul : on peut aider son action par l'addition de quelque matière particulière.

Avec le chalumeau seul on peut obtenir plusieurs résultats : fondre la matière, si elle est fusible, ou reconnaître son infusibilité. Dans le premier cas, tantôt la matière en essai forme un *verre* transparent incolore ou diversement coloré; ou un *émail* ou verre opaque de couleur variée; ou, enfin, une *fritte* ou *scorie*, c'est-à-dire une matière poreuse, boursouflée.

On peut, aussi avec le chalumeau seul, oxider ou désoxider, à volonté, les métaux ou oxides métalliques. Pour obtenir le premier de ces résultats, il faut placer le fragment métallique tout à fait à la pointe du dard de la flamme, de manière à ce qu'il soit chauffé avec le contact de l'air. Si au contraire on place un oxide dans la partie centrale et bleue de la flamme qui est

du gaz hydrogène carboné, il y aura désoxidation et l'on obtiendra des globules métalliques. De là la distinction du *feu d'oxidation* et du *feu de réduction*.

Lorsqu'on se sert du chalumeau seul, c'est-à-dire sans réactifs, on peut encore obtenir plusieurs autres résultats que nous devons sommairement indiquer, savoir : la simple altération, la fusion ou la volatilisation.

1° La *simple altération*. Les changemens qui surviennent dans le corps essayé avant la fusion sont les suivans :

A. La *décrépitation*. Le minéral éclate et se sépare en un grand nombre de fragmens. (Le sulfure de zinc.)

B. La *perte de transparence* et le changement de couleur sont deux phénomènes importans à examiner, surtout pour les substances métalliques. (La tourmaline, le zircon.)

C. L'*exfoliation* se remarque surtout dans quelques substances à texture laminaire. Le gypse par exemple.

D. L'*efflorescence*. Quand on chauffe un morceau de mésotype, elle se boursoufle et donne une sorte de végétation en forme de chou-fleur.

E. Le *bouillonnement* est l'indice de gaz qui se développent et se dégagent.

2° La *fusion* peut donner des produits très-divers.

A. Ainsi le fragment peut simplement se couvrir d'une sorte de *vernis* vitreux à sa surface, parce qu'il est incomplètement ou difficilement fusible. (Pyroxène, Staurotide).

B. Former une *Scorie*, quand il se boursoufle sans se fondre complètement. (Quelques grenats.)

C. Une *Fritte*, si la fusion est incomplète et qu'une partie non fondue soit disséminée dans la masse fondue.

D. Un *Email* ou *verre*, si la fusion est complète. Dans le premier cas, elle donne un globule opaque, dans le second un globule transparent.

La forme et la couleur du globule peuvent ensuite présenter de nombreuses variétés.

3° La *volatilisation*. Certaines substances minérales étant complètement volatiles, le fragment en essai pourra disparaître en entier. Mais alors on pourra recueillir les gaz qui se dégagent, ou en apprécier l'existence et la nature par l'odorat. Ainsi le soufre, l'arsenic, le sélenium, se reconnaîtront facilement par leur odeur.

Les principaux réactifs ou fondans employés dans l'essai par la voie sèche, sont : 1° le borax fondu; 2° le sous carbonate de soude; 3° le phosphate de soude et d'ammoniaque; 4° le nitrate de potasse.

Le *borax* sert principalement de fondant. Il forme un verre qui prend différentes nuances suivant les oxides métalliques avec lesquels il a été fondu; il n'est pas absorbé par le charbon.

Le *sous-carbonate de soude* est employé à cause de la soude qu'il contient, son acide se dégageant par la chaleur. Chauffé avec un sel insoluble, il y a échange de base, et il se forme un sel soluble à base de soude, dont on peut reconnaître l'acide par l'emploi des réactifs. On l'emploie aussi pour réduire les minerais soit oxides ou sulfures, et surtout pour dissoudre la silice, avec laquelle il forme un verre transparent. Il est

absorbé ainsi que la matière d'essai par le charbon, et il faut en retirer et séparer par des lavages le produit de la calcination.

Quant au *sel de phosphore* ou phosphate de soude et d'ammoniaque, par la chaleur il perd une portion de son ammoniaque et devient sel acide. C'est à cause de cette portion d'acide ainsi mise à nu qu'il est employé dans les opérations pyrognostiques. Il sert à la fois de fondant et à former un sel double. Il dissout la silice des silicates et forme avec elle une masse gélatiniforme. On l'emploie également pour favoriser la fusion. Il en est de même de la soude.

On emploie aussi le *nitre*. Il sert soit de fondant, soit à oxider le métal dont il fait reconnaître la nature par la couleur que son oxide communique au verre. Mais pour obtenir ce résultat, il faut que le nitre soit en faible quantité, car s'il est en excès, loin d'oxider le métal il le réduit. Par exemple du chromure de fer traité au chalumeau par une faible quantité de nitre, se change en chromate de potasse, par conséquent le nitre a cédé de l'oxigène.

La couleur du verre que l'on obtient avec une même substance peut varier suivant le fondant qu'on a employé, et suivant qu'on a fait l'essai au feu d'oxidation ou au feu de réduction.

Ainsi, par exemple, l'oxide de chrome avec le borax traité au feu d'oxidation donne un verre d'une belle couleur verte émeraude, et au feu de réduction d'un jaune brun à chaud, incolore quand il est refroidi; avec le sel de phosphore, le verre est vert foncé au feu

d'oxidation et également vert au feu de réduction.

CHAPITRE II.

Essai des minéraux par la voie humide.

Il ne s'agit pas, ainsi que nous l'avons déjà dit précédemment, pour reconnaître une espèce minérale, d'une analyse rigoureuse et détaillée, qui isole chacun des principes constituans du corps et les pèse exactement. Il suffit pour le minéralogiste de constater l'existence de ces principes constituans. Or pour arriver à ce résultat il n'est besoin que d'un petit nombre de réactifs et d'instrumens très-simples, que tout le monde peut facilement se procurer.

Les corps dont le minéralogiste veut reconnaître la nature par le moyen de l'analyse chimique, sont simples ou composés.

I. Nous avons déjà dit précédemment que dans la nature on ne pouvait rencontrer que treize corps simples à l'état libre. Or ces corps sont tellement distincts et bien caractérisés, que le plus souvent il n'est pas nécessaire de les soumettre aux agens chimiques pour les reconnaître. Leurs caractères physiques suffisent communément pour les faire distinguer les uns des autres. D'ailleurs à l'exception du soufre, qui est si bien caractérisé, ces corps sont tous des métaux. En les traitant par les acides nitrique, hydrochlorique ou nitro-muriatique (eau régale) on les dissout et on en forme des sels, dont on reconnaîtra la base par les moyens que nous indiquerons plus bas.

II. Les corps composés seront des combinaisons binaires, ternaires ou quaternaires.

Les combinaisons binaires que l'on rencontre le plus souvent dans la nature, sont des oxides, des sulfures, des chlorures ou des iodures.

1° Les *oxides* naturels sont des corps solides opaques, ayant souvent l'éclat métallique ou susceptibles de l'acquérir par le poli; d'autres fois ils sont transparens et diversement colorés. Traités par le charbon, à l'aide de la chaleur, ils se réduisent la plupart avec plus ou moins de facilité, et on obtient le métal.

On peut reconnaître la nature des oxides en les dissolvant dans les acides et les traitant par les réactifs, comme nous l'indiquerons bientôt en parlant des sels.

2° Les *sulfures* sont solubles ou insolubles, souvent avec l'éclat métallique. Tous chauffés sur des charbons ardens ou par le moyen du chalumeau, laissent dégager de l'acide sulfureux, reconnaissable à l'odeur de soufre qui brule.

Les protosulfures traités par un acide étendu, donnent de l'acide hydrosulfurique (odeur d'œufs pourris). Il faut quelquefois aider par la chaleur.

Fondus avec le sous-carbonate de soude et projetés dans de l'eau acidulée, ils donnent également de l'acide hydrosulfurique.

3° Les *chlorures* ne sont pas très-abondans dans la nature. Par l'acide sulfurique concentré ils laissent dégager des vapeurs blanches d'acide hydrochlorique. Si on y ajoute du peroxide de maganèse il y a dégagement de vapeurs de chlore jaune-verdatres.

Les chlorures solubles précipitent en blanc par le nitrate d'argent. Le précipité est lourd, caillebotté, insoluble dans l'eau et l'acide nitrique, soluble dans l'ammoniaque; il brunit par son exposition à la lumière.

III. Les composés ternaires ou quaternaires les plus communément répandus dans la nature, sont ou des mélanges de deux composés binaires ou le plus souvent des sels. Ce dernier état est en effet de beaucoup celui sous lequel les substances minérales peuvent se présenter le plus souvent à l'examen du minéralogiste. Or les sels en les supposant simples sont composés de deux corps de nature diverse, savoir : l'acide ou l'élément électro-négatif et la base ou l'élément électro-positif. Il faut donc rechercher successivement l'une et l'autre de ces deux parties constituantes du sel.

1° RECONNAÎTRE L'ACIDE.

Considérés quant à l'acide, les sels les plus communément répandus dans la nature, sont : les carbonates, les sulfates, les nitrates, les hydrochlorates, les silicates, les phosphates, les arseniates, les borates, les chromates et les molybdates.

Parmi ces sels, les uns sont solubles, les autres ne le sont pas. Mais les sels insolubles peuvent tous être rendus solubles en les faisant bouillir avec le carbonate de soude ou mieux encore avec le carbonate d'ammoniaque, dont on peut évaporer l'excès en chauffant. On obtient alors un sel à base de soude ou d'ammo-

niaque, qui est constamment soluble. Pour faciliter les recherches, il sera toujours convenable de ramener les sels insolubles à l'état de sels solubles, par le moyen que nous venons d'indiquer.

Si, en versant un acide dans une dissolution d'un des sels précédens, il y a effervescence, ce sel sera un carbonate ou un hydrochlorate : un carbonate s'il y a effervescence sans vapeurs, et si le gaz dégagé précipite l'eau de chaux en blanc : un hydrochlorate, s'il y a dégagement de vapeurs blanches, qui ne précipitent pas l'eau de chaux, mais forment avec le nitrate d'argent un précipité blanc cailleboté, insoluble dans l'eau et l'acide nitrique, soluble dans l'ammoniaque.

Les sels qui ne font pas effervescence sont bien plus nombreux. On les reconnaîtra aux caractères suivans :

1° Les *sulfates* précipitent en blanc par l'hydrochlorate de baryte. Le précipité est insoluble dans l'acide nitrique.

2° Les *nitrates* donnent avec le cuivre et l'acide sulfurique des vapeurs rutilantes d'acide nitreux.

3° Les *phosphates* précipitent en jaune par le nitrate d'argent. Le précipité est soluble dans l'ammoniaque et l'acide nitrique.

4° Les *silicates* sont tous insolubles. Réduits en poudre fine, ils sont attaqués par l'acide hydrochlorique à l'aide de la chaleur et forment une gelée. Ce caractère ne s'observe ni pour les bisilicates ni pour la silice.

5° Les *borates* traités par l'acide sulfurique à chaud, laissent déposer par refroidissement des paillettes légères et nacrées d'acide borique.

6° Les *arseniates* chauffés avec le charbon, laissent dégager de l'arsenic qui se volatilise et qu'on reconnaît à son odeur d'ail. Chauffés dans un tube, ils donnent de l'arsenic métallique, si on les mélange avec du charbon, leurs dissolutions précipitent en blanc bleuâtre par les sels de cuivre.

7° Les *chromates* dissous précipitent en jaune serin par les sels de plomb. Le précipité est du chromate de plomb.

8° Les *molybdates*, extrêmement rares dans la nature, donnent quand on ajoute un acide à leur dissolution un précipité blanc d'acide molybdique. Une lame d'étain placée dans le liquide, rend le précipité bleu, parce que l'étain absorbant une partie de l'oxigène de l'acide molybdique, le fait passer à l'état d'acide molybdeux qui est bleu.

2° RECONNAÎTRE LA BASE.

Si le sel est insoluble, il faut l'amener à l'état de sel soluble, en changeant l'acide et conservant la base; pour cela on le chauffe avec du charbon dans un creuset ou simplement avec le chalumeau. On décompose ainsi le sel en enlevant l'oxigène de l'acide et de l'oxide, et l'on obtient un composé binaire, un sulfure ou un phosphure par exemple, si c'est un sulfate ou un phosphate que l'on a décomposé : on le traite par l'acide hydrochlorique et l'on obtient un hydrochlorate soluble de la base que l'on cherche à connaître. Par ce moyen on peut amener tous les sels à l'état de solubilité. Nous supposerons donc que l'on agit sur des dissolutions salines.

Les sels considérés quant à leur base forment ou ne forment pas de précipité avec l'hydrosulfate de potasse.

I. Ceux qui ne forment pas de précipité sont les sels à base de :

Potasse.
Soude.
Ammoniaque.
Chaux.
Baryte.
Strontiane.

Parmi ces sels les uns ne précipitent pas par le sous-carbonate de potasse. Ce sont ceux de potasse, soude et ammoniaque.

On les distinguera les uns des autres aux caractères suivans :

1° Les sels d'*ammoniaque* triturés avec de la chaux, laissent dégager l'ammoniaque qui se reconnaît à son odeur désagréable et piquante.

2° Les sels de *potasse* précipitent en jaune serin par l'hydrochlorate de platine. Le précipité est un chlorure double de potasse et de platine, qui est soluble dans une grande quantité d'eau.

3° Les sels de *soude* ne précipitent pas par l'hydrochlorate de platine.

Les sels qui précipitent par le sous-carbonate de potasse sont ceux de chaux, de baryte et de strontiane, le précipité est un carbonate de ces bases. On le calcinera dans un creuset avec du charbon et on traitera le résidu par l'acide hydrochlorique étendu qui formera un sel soluble.

La *chaux* n'est pas troublée par l'acide sulfurique très-étendu.

La *baryte* et la *strontiane* donnent au contraire un précipité blanc; celui de baryte est complètement insoluble, celui de strontiane est soluble dans une très-grande quantité d'eau. La baryte brûlée avec de l'alcool communique à la flamme une couleur jaune; la strontiane une couleur rouge.

II. Les sels qui ont précipité par l'hydrosulfate de potasse sont plus nombreux. A l'exception des sels d'alumine et de magnésie, tous les autres appartiennent aux métaux autopsides, c'est-à-dire à ceux que l'on trouve dans la nature avec les caractères des métaux proprement dits.

L'alumine et la magnésie précipitent en blanc par l'hydrosulfate de potasse.

Les sels d'alumine précipitent en blanc par la potasse, la soude et l'ammoniaque. Le précipité qui est de l'alumine hydratée se redissout très-facilement dans un excès de potasse ou de soude, moins facilement dans un excès d'ammoniaque.

Les sels de magnésie précipitent en blanc par la potasse, la soude, imparfaitement par l'ammoniaque, mais le précipité n'est pas redissout par la potasse et la soude.

III. L'acide hydrosulfurique est un excellent réactif pour reconnaître la nature des dissolutions salines métalliques. Ainsi les unes ne précipitent pas par ce réactif, les autres au contraire donnent des précipités de couleurs variées.

A. Sels métalliques ne précipitant pas par l'acide hydrosulfurique.

Sels de manganèse.
Protosels de fer.
Sels de zinc acides.
— de nickel.
— de cobalt.
— d'urane.

Ces sels sont néanmoins précipités par les hydrosulfates solubles.

B. Sels métalliques précipités par l'acide hydrosulfurique :

1° *En noir* :

Plomb. Argent.
Mercure. Cuivre.

2° *En blanc* :

Sels de zinc neutres.

3° *En jaune* :

Arsenic. Cadmium.
Deutosels d'Etain.

4° *En brun* :

Bismuth. Platine.
Or. Protosels d'Etain.

5° *En rouge briqueté* :

Antimoine.

I. Les *sels de manganèse* précipitent en blanc par la potasse et la soude; le précipité insoluble dans un excès

d'alcali devient jaune, puis brun au contact de l'air. Par l'addition du chlore on obtient de suite la coloration brune. Ils précipitent en brun rosâtre par le prussiate de potasse.

II. Les *sels de zinc* précipitent en blanc par la potasse, la soude et l'ammoniaque, le précipité est soluble dans un excès d'alcali. Ils précipitent en blanc par le prussiate de potasse.

III. Les *protosels de fer* donnent par la potasse, la soude et l'ammoniaque un précipité blanc verdâtre, insoluble dans les deux premiers alcalis, soluble dans le dernier. Exposé à l'air, il absorbe de l'oxigène, devient vert foncé, puis jaune. Par l'addition du chlore la couleur jaune se prononce immédiatement.

Ils précipitent en blanc bleuâtre, par le prussiate de potasse. Exposé à l'air, le précipité passe lentement au bleu foncé. Quelques gouttes de chlore donnent de suite le précipité bleu foncé.

L'infusion de noix de galles ne produit d'abord rien. Le mélange exposé à l'air prend une couleur vineuse, puis violette et enfin noir-bleuâtre. Le chlore fait paraître de suite la couleur bleue.

IV. *Les persels de fer* précipitent en jaune par la potasse, la soude et l'ammoniaque. Le précipité est insoluble dans un excès d'alcali. L'infusion de noix de galles donne immédiatement la coloration bleue, et le prussiate de potasse un précipité bleu foncé.

V. *Les protosels d'étain* donnent par la potasse, la soude et l'ammoniaque un précipité blanc, soluble dans la potasse et la soude, insoluble dans l'ammoniaque. Ils

précipitent en brun par l'acide hydrosulfurique, tandis que les persels précipitent en jaune.

Ils laissent déposer de l'étain métallique sur une lame de zinc.

VI. *Les sels d'antimoine neutres* précipitent en blanc par l'eau distillée. S'ils sont très acides, ils ne précipitent pas. Ils précipitent en jaune par l'infusion de noix de galle; en blanc par la potasse, la soude et l'ammoniaque, le précipité se redissout dans un excès des deux premières. Une lame de fer ou de zinc précipite l'antimoine sous la forme d'une poudre noir.

Chauffés dans un tube avec du charbon et du carbonate de potasse, ils donnent de l'antimoine métallique.

VII. *Les sels de cobalt* donnent par la potasse, la soude et l'ammoniaque, un précipité bleu soluble dans un excès d'ammoniaque; par les sous-carbonates, phosphates et arseniates solubles, un précipité rose.

Chauffés avec de l'alumine au chalumeau, ils la colorent en bleu.

VIII. *Les sels neutres de bismuth* précipitent *en blanc* par l'eau distillée.

Ils précipitent aussi *en blanc* par la potasse, la soude et l'ammoniaque.

Le sous-carbonate d'ammoniaque donne également un précipité *blanc* soluble dans un excès de ce sel.

IX. *Les sels de plomb* sont précipités *en blanc* par la potasse, la soude et l'ammoniaque, le précipité se redissout dans un excès des deux premiers alcalis.

Quelque étendus d'eau qu'ils soient, ils précipitent *en*

blanc par l'acide sulfurique et les sulfates solubles; en *jaune serin* par le chromate de potasse.

Une lame de zinc précipite le *plomb métallique.*

X. *Les sels de cuivre* précipitent *en bleu* par la potasse, la soude et l'ammoniaque : cette dernière en excès redissout le précipité, et la liqueur conserve une belle couleur bleue.

En *brun marron* par le prussiate de potasse.

En *vert clair* par les arsenites, le précipité (vert de Scheele) est de l'arsenite de cuivre.

Une lame de fer ou de zinc fait déposer le cuivre à l'état métallique.

XI. *Les protosels de mercure* précipitent *en noir* par la potasse, la soude et l'ammoniaque.

Les deutosels *en jaune* par la potasse et la soude; *en blanc* par l'ammoniaque, le précipité est un sel double.

Les protosels précipitent *en jaune verdâtre* par l'hydriodate de potasse, et les deutosels *en rouge* très-vif.

Une lame de cuivre mise dans une dissolution se recouvre de mercure métallique.

Chauffés avec de la chaux ou de la potasse, ils donnent du mercure qui se sublime.

XII. *Les sels d'argent* précipitent *en brun* par la potasse, la soude ou l'ammoniaque, le précipité se redissout dans un excès d'ammoniaque.

En blanc par l'acide hydrochlorique et les chlorures solubles. Le précipité lourd et caillebotté est soluble dans l'ammoniaque.

En jaune par les phosphates solubles.

Une lame de cuivre précipite l'argent à l'état métallique.

XIII. *Les sels de platine* donnent par la potasse et l'ammoniaque un précipité *jaune*. La soude ne donne pas de précipité.

Ils se colorent *en rouge* par l'hydriodate de potasse.

Nous allons terminer ce chapitre en donnant deux tableaux analytiques qui, tout en résumant les caractères essentiels des corps simples qui composent les minéraux les plus répandus, permettront d'arriver à la connaissance d'une espèce minérale avec le plus petit nombre de réactifs possible.

Nous adoptons dans ces tableaux la division précédemment indiquée des corps électro-négatifs, ou acides, et corps électro-positifs, ou bases. Nous supposons également que les corps dont on veut connaître la nature, ont été ramenés par les moyens indiqués à l'état de dissolution saline neutre.

On remarquera que les caractères qui indiquent la présence de la base sont beaucoup plus certains que ceux qui indiquent la présence de l'acide; il en est même quelques-uns parmi ces derniers qu'il faut chercher dans plusieurs sections.

(Voyez les deux tableaux annexés ci-contre).

DU GISEMENT DES MINÉRAUX.

On appelle ainsi la manière d'être des substances minérales dans le sein de la terre. Ces substances, en effet, peuvent y être disposées très-diversement. Ainsi le plus souvent elles forment des couches superposées les unes au-dessus des autres. D'autrefois, elles sont en amas, en filons, en veines ou irrégulièrement disséminées, sans ordre au milieu d'autres substances.

1° *Les couches* ou bancs présentent une épaisseur très-variable. Il y a des couches qui ont dix, vingt, et jusqu'à cent toises de puissance; d'autres, au contraire, n'ont que quelques pouces. Quelquefois elles sont dans une situation à peu près horizontales; d'autres sont inclinées dans différens sens, il en est qui sont plus ou moins sinueuses ou brisées en zigzag.

2° *Les amas* sont des dépôts de matières limités, et en général enveloppés par d'autres substances de nature différente. La nature des amas est fort variable. Il en est de même de leur volume. Quand ils sont fort petits, on les désigne sous les noms de *nids*, de *rognons* ou de *noyaux*. Les nids sont, en général, formés de matières friables; leur forme est très irrégulière. Les rognons ont une forme irrégulièrement arrondie et noduleuse; tels sont les rognons de silex pyromaque qui existent au milieu des dépôts de craie aux environs de Paris. Tandis que les noyaux sont des amas d'un très-petit volume, jamais noduleux, qui, pour la plupart, semblent s'être formés dans des cavités préexistantes.

3° On appelle *filons* des masses minérales aplaties, à

faces non parallèles, et plus ou moins en forme de coin, qui existent au milieu des diverses couches du globe, et ne suivent pas leur direction. Ces filons ne sont que de grandes fentes qui se sont formées accidentellement et qui ensuite ont été remplies de substances minérales de nature diverse. En effet, les matières, qui composent les filons, sont en général tout-à-fait différentes de celles au milieu desquelles elles sont placées. C'est très-souvent dans ces filons que se trouvent un grand nombre de métaux usuels et souvent les plus précieux, et les matières minérales les mieux caractérisées par la beauté de leurs cristaux.

Mais comment ces fentes ont-elles été remplies? On est généralement porté à admettre que c'est par des matières liquéfiées, soit par le feu, soit par l'eau, qui y ont été poussées par une force agissant de dedans en dehors; par conséquent ces matières viendraient de la partie intérieure du globe. C'est ce qu'on concevra plus facilement quand nous aurons donné quelque idée des théories émises sur la formation de la terre.

4° Lorsque les filons sont extrêmement petits, minces, on leur donne le nom de *veines*. Quelquefois les veines ne sont, comme les filons, que des fentes remplies de matières diverses; d'autres fois, elles sont de même nature que les substances au milieu desquelles elles existent, se sont formées en même temps qu'elles, et n'en diffèrent que par une coloration différente. C'est le cas de tous nos marbres, qui ne sont que du carbonate de chaux diversement coloré et veiné.

5° Enfin il y a des substances qui au lieu d'être réunies

en couches, en amas, en filons ou en veines, sont dispersées et disséminées sans ordre dans les masses minérales. Tantôt c'est sous forme de grains, tantôt de paillettes, de cristaux, etc.

Age des couches du globe.

Lorsqu'on examine attentivement les différentes couches dont se compose la croûte extérieure de notre planète, on est amené à admettre qu'elles ont dû se former les unes après les autres, et que les plus profondes, par exemple, sont plus anciennes que celles qui les recouvrent, quel que soit d'ailleurs l'espace de temps qui a pu s'écouler entre leur formation successive.

Maintenant, si l'on considère l'ensemble de ces couches depuis les plus profondes qu'il nous soit permis d'étudier, jusqu'aux plus superficielles, on reconnaît qu'elles forment deux séries distinctes. Les unes, et ce sont les plus profondes, sont de nature cristalline, formant des masses extrêmement épaisses, rarement des couches, presque toutes composées de silicates de potasse, de soude, d'alumine. Les autres, au contraire, superposées aux précédentes, et arrivant jusqu'à la surface du sol actuel, sont des couches, et plus minces et plus nombreuses, horizontales ou onduleuses dans les plaines, plus ou moins inclinées quand elles se rapprochent des chaînes de montagnes, essentiellement composées de carbonate calcaire, dans ses différens états, entremêlées de cailloux roulés, de sables, de grès formés par des fragmens arrachés à des roches fort différentes d'elles-mêmes, et présentant, dans leurs différentes assises, des débris d'être organisés végé-

taux et animaux qui y ont été successivement enfouis et dont il n'existe aucun vestige dans les terrains de la première série. Cet examen amène naturellement à conclure, que les terrains de la première série, ceux qui ne renferment pas de débris d'êtres organisés, préexistaient à ces êtres; tandis que ceux de la seconde série, dans lesquels on observe les cailloux roulés et les débris d'animaux et de végétaux à l'état fossile, ont été formés postérieurement à l'apparition des êtres organisés à la surface du globe. De là la désignation de ces terrains sous les noms de *primitifs* et de *secondaires*.

L'origine et le mode de formation des terrains secondaires ne saurait être douteux. Les terrains dans lesquels on observe des sables et des cailloux roulés ou galets, en tous points semblables à ceux qui existent sur les bords de nos rivières ou de nos mers; des terrains composés de couches, en général, parallèles entre elles, contenant des débris de coquilles, et d'autres animaux vivant dans l'eau, sont évidemment produits par des dépôts de matières tenues en suspension par les eaux, qui les ont successivement déposés sous forme de sédiment. Il serait impossible d'expliquer, par une autre hypothèse, le parallélisme de ces couches, l'existence des sables et cailloux roulés, et surtout leur position constante dans les couches où on les trouve.

On a également donné aux terrains secondaires le nom de *terrains de sédiment*, par opposition aux *terrains de cristallisation* donné aux terrains primitifs.

Quant à la formation des terrains de cristallisation, elle a long-temps été uniquement attribuée à la même cause

que les terrains secondaires, c'est-à-dire à l'action des eaux. Mais malheureusement aucune des substances qui les constituent n'est soluble dans l'eau, ce qui était une difficulté grave à objecter contre cette hypothèse.

Aujourd'hui, beaucoup de géologues admettent, au contraire, qu'elle est due à l'action du feu. Voici les faits sur lesquels ils s'appuient :

Il existe encore aujourd'hui dans différens points du globe, des volcans en activité, c'est-à-dire des montagnes qui vomissent par une énorme ouverture, ordinairement placée à leur sommet, et nommés *cratère*, des matières enflammées, souvent liquides, qui s'épanchent sur les lieux environnans, sous forme de ruisseaux, en suivant le cours des vallées ou les sinuosités du terrain. Or, toutes ces matières ainsi vomies par les volcans, et qu'on connaît sous les noms de *laves*, de *basaltes*, de *scories*, de *pierres-ponces*, sont toutes des silicates. D'abord à l'état liquide, elles forment souvent en se refroidissant des roches à structure cristalline, comme les basaltes, les trachytes, les porphyres qui ont la plus grande analogie, et souvent une ressemblance presque identique avec les roches des terrains primitifs. Ces faits ne portent-ils pas naturellement à conclure que les terrains primitifs sont également dus à des causes analogues à celles qui forment sous nos yeux les terrains volcaniques, et que, comme eux, ils ont une origine ignée.

En admettant cette hypothèse, on peut facilement expliquer un grand nombre de phénomènes dont la solution était impossible dans l'hypothèse contraire. Nous reviendrons plus tard sur ce point, quand nous parlerons

des diverses hypothèses émises sur l'origine et la formation des terrains.

Division des terrains en six ordres.

Nous avons dit précédemment que les diverses couches extérieures du globe terrestre formaient deux grandes séries : 1° les terrains primitifs ; 2° les terrains secondaires. Cependant les géologues admettent encore quelques autres divisions. Ainsi, entre les terrains de cristallisation, composés de silicates et privés de débris organiques, et les terrains de sédiment, on trouve des couches de roches appartenant à la première série, intercalées au milieu de couches arénacées, ou de couches contenant les premiers débris d'animaux marins invertébrés, appartenant à des genres de crustacés ou de mollusques, dont il n'existe plus d'analogues ni sur nos continens ni dans nos mers, ni même dans les couches plus superficielles. On a donné à ces terrains le nom d'*intermédiaires* ou de *transition* pour rappeler leur position entre les primitifs et les secondaires.

Quant aux terrains de sédiment eux-mêmes, on les a divisés en *terrains secondaires*, proprement dits, ce sont ceux qui, placés au-dessus des terrains intermédiaires, commencent à montrer des débris d'animaux vertébrés, d'abord de poissons et de reptiles, puis, plus tard, d'oiseaux; et en *terrains tertiaires*, ce sont tous ceux qui, superposés aux grands dépôts de craie, nous offrent des débris de mammifères, ou d'autres animaux perdus ou dont il existe encore des représentans, et souvent même

des espèces tout-à-fait identiques parmi celles qui vivent actuellement à la surface de la terre. Enfin la surface la plus superficielle de nos continens se compose de couches meubles d'une origine très-récente, relativement à celle des autres terrains, et dont la formation peut être attribuée à l'un des derniers cataclysmes dont la terre a été le théâtre. On les nomme *terrains diluviens*. On arrive ainsi à cinq divisions : 1° terrains primitifs; 2° terrains intermédiaires; 3° terrains secondaires; 4° terrains tertiaires; 5° terrains diluviens. Enfin, on forme une sixième division qui comprend les terrains volcaniques.

Principales matières formant les différens terrains.

Les substances qui seules, ou diversement mélangées, ou combinées, composent les principales roches ou grandes masses minérales du globe, sont : la silice, le feld-spath, les micas, les amphiboles, les diallages, les serpentines, l'augite, le calcaire et le gypse.

La silice pure ou l'acide silicique forme les substances que tout le monde connaît sous les noms de quarz, de cristal de roche, d'agathe, de cornaline, de silex ou pierre à fusil, selon son état de pureté ou de transparence plus ou moins grand. Quand elle contient de l'eau, elle prend une couleur plus ou moins laiteuse et constitue le *quarz-résinite*, l'*opale*, etc.

1° Le quarz hyalin ou le *cristal de roche* est une matière dure, vitreuse, parfaitement transparente et incolore, cristallisant facilement en prismes à six pans, ter-

minée par des pyramides à six faces, appartenant néanmoins au système de cristallisation rhomboédrique. Le quarz est assez dur pour rayer le verre; il se laisse entamer mais assez difficilement par la lime; il fait feu sous le choc du briquet. Il est infusible au feu du chalumeau, insoluble dans les acides, et ne blanchit pas au feu.

Il forme à lui seul des masses plus ou moins considérables, ou fait partie de différentes roches composées.

II. Le FELD-SPATH se partage en deux espèces, l'*orthose* et l'*albite*.

L'ORTHOSE est un trisilicate d'alumine et de potasse. C'est une substance en masses lamellaires ou grenues, le plus souvent blanchâtres ou légèrement rosées, fusibles au chalumeau en émail blanc, à cassure lamelleuse et brillante, rayant le spath d'Islande, rayé par le quarz.

Elle entre comme partie constituante dans plusieurs roches, comme le granit. Le *kaolin*, ou terre à porcelaine, est un feld-spath décomposé naturellement, qui a perdu une grande partie de la potasse qu'il contenait, en même temps que la quantité d'alumine a augmenté.

L'ALBITE est un trisilicate d'alumine et de soude. Du reste ses caractères sont à peu près ceux de l'orthose; mais elle se rencontre moins fréquemment que cette dernière dans les terrains primitifs.

III. On appelle MICA une substance en lames minces, flexibles et transparentes, ou en paillettes brillantes, toujours susceptibles de se diviser en feuillets d'une excessive ténuité. Leur couleur varie : ils sont tantôt bruns, verdâtres, jaunes-dorés ou d'un blanc nacré.

Les micas qui ont une si grande similitude dans leurs

caractères extérieurs constituent néanmoins plusieurs espèces distinctes par leur composition chimique et leur mode de cristallisation. Ce sont, en général, des silicates alumineux, à base de potasse, de manganèse et d'oxide de fer. Ils sont tendres, facilement rayés par l'ongle, et susceptibles de se fondre au feu du chalumeau en un émail le plus souvent blanc.

Le TALC diffère peu du mica. Il est néanmoins plus tendre, plus doux au toucher, et ses feuillets ne sont point élastiques. C'est la moins dure de toutes les substances minérales. C'est un silicate de magnésie fréquemment coloré en vert par du protoxide de fer.

Le mica et le talc entrent comme partie constituante dans plusieurs roches, et quelquefois forment à eux seuls des roches connues sous les noms de micaschistes et schistes argileux.

IV. Les SERPENTINES sont des matières compactes, assez tendres, douces au toucher, à cassure écailleuse, généralement d'un vert foncé, qui paraissent être composées de silicate et d'hydrate de magnésie. Elles sont infusibles au chalumeau.

V. Sous le nom d'AMPHIBOLE sont renfermées trois espèces minérales distinctes. Leurs formes cristallines dérivent toutes d'un prisme oblique à base rhombe. Elles sont assez dures pour rayer le verre, présentant deux clivages très-éclatans, formant entre eux un angle de 125°. Elles se fondent avec facilité au chalumeau, et forment un verre diversement coloré. Ces trois espèces que l'on désigne sous les noms de *trémolite* ou *grammatite*, d'*actinote* et de *hornblende*, sont des silicates de chaux, de

magnésie ou de protoxide de fer, trois bases qui sont isomorphes.

1° La TRÉMOLITE ou *grammatite* est sous la forme de cristaux prismatiques alongés, ou en masses fibreuses et souvent soyeuses, généralement blanches. C'est à cette espèce que l'on rapporte, en général, l'*amiante*. C'est un silicate de chaux et de magnésie.

2° L'ACTINOTE est verte, translucide, en baguettes ou en aiguilles souvent rayonnées. Elle contient de plus que la précédente de l'oxide de fer qui la colore en vert.

3° La HORNBLENDE est compacte, à cassure écailleuse, d'un vert noirâtre. Elle forme quelquefois à elle seule des roches très-étendues, nommées communément *amphibolites*. Sa composition, encore assez mal connue, paraît être à peu près la même que celle de l'actinote.

VI. Les DIALLAGES sont des matières assez tendres, en masses laminaires et brillantes, n'offrant qu'une seule face de clivage très-brillante. Ce sont des silicates d'alumine, de chaux et de protoxide de fer.

VII. L'AUGITE est en cristaux presque noirs, clivable suivant les pans d'un prisme rhomboïdal. C'est un silicate de magnésie, de chaux, de protoxide de fer, de manganèse et d'alumine. On le trouve surtout dans les roches volcaniques.

VIII. Le CALCAIRE ou carbonate de chaux rhomboédrique, est vulgairement désigné sous le nom de *pierre à chaux*. C'est, sans contredit, l'une des substances les plus abondantes dans la nature. Elle est aussi facile à distinguer par ses caractères chimiques que par ses caractères

physiques; mais il est peu de substances qui, sous ce dernier rapport, varient autant que le calcaire.

On peut trouver le calcaire cristallisé ou en masse amorphe.

Cristallisé. Il est facilement clivable en rhomboèdre, qui est sa forme primitive et dont le grand angle est de 105° 5'. Il porte sous cette forme le nom de *spath d'Islande*, et jouit entre autres propriétés d'une double réfraction très-prononcée; cette espèce est sans contredit celle dont les variétés de formes cristallines sont les plus nombreuses. Nous indiquerons simplement ici les variétés non cristallisées qui existent assez abondamment dans la nature pour former des roches.

1° *Calcaire saccharoïde.* C'est le marbre blanc statuaire de Carare et des Pyrénées. Il est en masses grenues et brillantes, et d'un beau blanc.

2° *Le calcaire compacte* fin. Il est diversement coloré, et constitue tous nos marbres calcaires.

3° *Le calcaire oolithique*, formant des masses composées de globules compactes, et à couches concentriques.

4° *La craie*, matière terreuse compacte, blanche, friable, tachant en blanc.

5° *Le calcaire grossier*, pierre à chaux ou pierre à bâtir, jaunâtre, assez tendre, à grain grossier, non susceptible d'être poli, contenant souvent un très-grand nombre de coquilles fossiles.

6° *Le calcaire siliceux*, plus dur que le calcaire commun, et laissant un résidu de silice quand on le traite par l'acide nitrique.

7° *Le calcaire argileux* ou la *marne calcaire*, mélange

terreux d'argile, c'est-à-dire de silicate d'alumine et de calcaire.

IX. Le gypse ou la *pierre à plâtre* est le sulfate de chaux hydraté. La montagne de Montmartre, près Paris, en est presque entièrement composée. C'est une matière très-tendre, que l'ongle peut rayer, se laissant très-facilement séparer, en un seul sens, en lames extrêmement minces, qui blanchissent immédiatement par l'action de la chaleur, en dégageant l'eau qu'elles contiennent. Il cristallise dans le système du prisme oblique à base rectangulaire. Il est incolore ou jaunâtre, tantôt cristallisé, tantôt en masses amorphes. Le *gypse grossier* ou la pierre à plâtre de Montmartre, l'*albâtre gypseuse* blanche, dont on fait les vases et les pendules, sont les formes principales sous lesquelles le gypse peut se présenter en grandes masses.

Principales roches des divers terrains.

Première période. — TERRAINS PRIMITIFS.

Les roches principales du terrain primitif sont les suivantes :

1° Le granit :

Roche grenue composée d'orthose, de quarz et de mica mélangés intimement, et dans laquelle le quarz est en général dominant. Le granit est tantôt blanchâtre, et à points noirs, tantôt gris ou rose. On distingue encore des granits à gros grains et à grains fins. Cette roche se

montre dans les assises les plus profondes du globe, et semble servir de base à toutes les autres roches qui lui sont superposées; mais on le rencontre aussi à différens étages des terrains primitifs.

2° Le protogyne.

Roche grenue ressemblant beaucoup au granit, dont elle diffère seulement parce que le mica y est remplacé par du talc ou diverses autres matières confondues sous le nom de *chlorite*. Le protogyne est tantôt rosé, tantôt d'un gris blanchâtre. C'est le feld-spath qui en constitue généralement la partie dominante. Il porte encore les noms de *granit vert*, ou *alpin*, parce qu'il constitue presqu'à lui seul les plus hauts sommets des Alpes.

3° Le gneiss.

C'est une roche composée des mêmes matériaux que le granit; mais formant des espèces de lames ou de feuillets plus ou moins étendus. De là, le nom de *granit feuilleté* sous lequel on le désigne quelquefois. Le gneiss se montre, en général, au-dessus du granit massif, avec lequel il constitue des couches alternantes avant de former seul des dépôts considérables.

4° Le leptinite est un gneiss, c'est-à-dire, un granit schisteux, composé seulement d'orthose et de mica, et dans lequel, par conséquent, le quarz manque. On le trouve fréquemment interposé entre le granit et le gneiss.

5° Le pegmatite.

C'est un granit dans lequel le mica manque. On le nomme encore *granit graphique*, parce que dans les morceaux polis les fragmens de quarz se dessinent comme des caractères hébraïques.

Le pegmatite constitue une formation indépendante et remarquable, placée au-dessus du gneiss indépendant. Il contient souvent un grand nombre de substances disséminées.

6° Le micaschiste.

Roche schisteuse composée de quarz et de mica. Cette dernière substance, tantôt en feuillets continus, tantôt en petites paillettes, est de beaucoup la plus abondante, à tel point que le quarz finit presque par disparaître.

Le micaschiste forme des dépôts considérables au-dessus du granit et du gneiss indépendant. On le retrouve encore plus haut avec les schistes argileux et jusque dans les terrains intermédiaires.

7° Le schiste argileux

N'est que le micaschiste dont le quarz a entièrement disparu. Il se compose donc de paillettes de mica disposées par feuillets. Après s'être montré en couches subordonnées au milieu du gneiss et du micaschiste, il constitue plus haut une formation séparée qui souvent termine la série des terrains primitifs.

8° La siénite se compose de feld-spath orthose lamellaire et d'actinote, le premier prédominant dans la masse. Elle est granulaire, de couleur grise ou verdâtre. Elle se montre quelquefois très-profondément, en même temps que le granit massif; d'autre fois, et plus fréquemment, elle forme la liaison entre les terrains primitifs et les intermédiaires.

9° Le diorite offre la même composition que la siénite, mais sa structure est généralement compacte. C'est une

roche le plus souvent subordonnée, et qu'on trouve à tous les étages du terrain primitif.

10° Enfin indépendamment des roches précédentes, on trouve encore dans les terrains primitifs du calcaire, le plus souvent grenu ou saccharoïde, et du quarz également grenu.

Ces différentes roches qui composent les terrains primitifs se groupent ensemble de manière à former les quatre séries suivantes, dans chacune desquelles il y a toujours une roche prédominante et caractéristique.

A. *Terrain de granit massif.*

C'est l'assise la plus inférieure de toutes celles que nous ayons découvertes. Elle se compose de granit, particulièrement à grains fins, et de siénite ordinaire, formant des masses sans stratifications indiquées.

B. *Terrain de gneiss* ou de granit feuilleté. Il contient en outre du gneiss, qui en est la roche dominante, du granit, du leptinite ou gneiss sans quarz, du quarz grenu et du calcaire grenu.

C. *Terrain de micaschiste.*

On y trouve du quarz mélangé de mica, constituant la roche nommée Hyalomicte ou Greisen, du quarz schisteux ou grenu, et du calcaire saccharoïde. Ce terrain est ordinairement séparé de celui de gneiss par des dépôts de pegmatite.

D. *Le terrain des schistes talqueux et argileux.*

Il se compose de protogyne ou granit talqueux, des diverses sortes de schistes, de quarz et de calcaire grenus.

Les terrains primitifs, particulièrement la partie supérieure, qui se compose des schistes micacés ou talqueux,

sont en général très-riches en substances métalliques. C'est dans ces terrains que se trouvent la plupart des exploitations de mines métallifères.

Généralement c'est des terrains primitifs et particulièrement du granit que sortent les eaux minérales thermales et surtout les eaux sulfureuses.

Deuxième période. — TERRAINS INTERMÉDIAIRES.

Ils portent aussi le nom de *terrains de transition.*

Ils sont contigus aux roches qui terminent la période primitive, et se composent de roches stratifiées alternant avec des grès ou matières arénacées, et contiennent quelques débris d'animaux et de plantes d'une organisation très-simple. Parmi les animaux fossiles on remarque des Zoophytes, Crustacés ou Mollusques, dont il n'existe plus de représentans parmi les espèces vivantes : tels sont les encrines, les trilobites, les orthocératites, les productus. Au nombre des végétaux, se trouvent principalement des Cryptogames appartenant aux familles des Equisétacées et des Fougères. Ce qui ne caractérise pas moins bien cette seconde période, ce sont les dépôts d'anthracite, c'est-à-dire de houille sèche, qui sont sans contredit les vestiges de la végétation primitive du globe.

Parmi les roches des terrains de transition se trouvent plusieurs de celles que nous avons vues dans la première période, telles que des granits et des siénites, du calcaire et de plus des phyllades et des grès.

Les PHYLLADES sont une roche schisteuse, grise ou noirâtre, susceptible de former des feuillets ou des

lames plus ou moins minces, mais dont la cassure est constamment mate, caractère qui distingue cette roche des schistes argileux et talqueux dont la cassure est brillante. Les ardoises, les pierres à rasoirs, etc., sont des exemples de phyllades.

Le GRÈS des terrains intermédiaires est désigné sous le nom de *Grauwacke*. Il se compose de grains de quarz et de phyllade, renfermant quelquefois des parcelles de mica réunis mécaniquement par une matière siliceuse. Tantôt la grauwacke est à gros grains et en forme de poudingues, tantôt elle est à grains fins et à texture schisteuse. Les terrains intermédiaires sont également très-riches en gîtes métallifères.

Troisième période. — TERRAINS SECONDAIRES.

On désigne sous ce nom la série des terrains qui, placés au-dessus des intermédiaires, s'étendent depuis le grès rouge ou bigarré jusques et y compris les grands dépôts de craie.

Dans la partie inférieure de cette période, les roches sont plus particulièrement formées de grès ou d'autres matières arénacées qui paraissent être des fragmens des roches sur lesquelles elles sont placées. Mais à mesure qu'on s'élève, les dépôts calcaires deviennent plus abondans et plus puissans, et la stratification plus apparente. Aussi les assises du terrain secondaire sont-elles en général parallèles entre elles et offrent une position horizontale dans les plaines. Cependant en s'approchant des montagnes elles sont plus ou moins redressées, inclinées et quelquefois rompues et bouleversées en différens sens.

Ces bouleversemens sont évidemment produits par des soulèvemens intérieurs qui ont ainsi donné naissance à des chaînes de montagnes plus ou moins étendues.

Les fossiles sont plus abondans que dans la période de transition, Ce sont encore des polypiers, des mollusques et quelques vertébrés à sang froid, comme des poissons et des reptiles; mais pas d'animaux à sang chaud. Parmi les végétaux, ce sont en général des cryptogames ou des monocotylédones, mais peu ou point de dicotylédones. On peut diviser les terrains secondaires en trois séries distinctes.

1° *Série houillière.*

Cette première série, réunie par quelques géologues aux terrains de transition, est surtout caractérisée par la présence de la houille ou charbon de terre qui y forme des amas très-puissans, mais en général renfermés dans des espèces de bassins peu étendus.

Elle se compose de couches de grès quarzeux nommé *Grès houiller*, le plus souvent grisâtre, mélangé de couches de houille souvent brisées en zig-zags.

On y trouve aussi du calcaire compacte, contenant des fossiles, tels que des trilobites, orthocératites et même quelquefois des empreintes de poissons.

2° *Série secondaire inférieure.*

Elle est formée de grès, de calcaires et de schistes marneux.

Les grès en occupent la partie inférieure. Leur couleur variable, tantôt rouge, grise ou blanche ou même mélangée, leur a fait donner le nom de *Grès bigarrés.* Ils sont mélangés de marnes schisteuses et compactes, éga-

lement très-nuancées, et qu'on nomme *Marnes irisées.*

Les calcaires de cette période se divisent en deux grandes formations, connues sous les noms de *lias* et de *calcaire jurassique.*

1° On appelle *Lias* ou *calcaire alpin* un calcaire compacte gris ou presque noir, rarement grenu, traversé de veines blanches. Ce calcaire contient un grand nombre de coquilles fossiles, parmi lesquelles quelques-unes servent à le caractériser, telles sont la *gryphée arcquée*, les *bélemnites* et le *peigne équivalve.*

Le lias contient des couches de marnes schisteuses de couleur foncée, ou presque noire.

2° Le *Calcaire Jurassique* constitue une formation très-distincte que caractérisent le grand nombre d'oolithes qu'on y observe, de là son nom de *calcaire oolithique.* Cette formation contient aussi des calcaires compactes, des marnes compactes ou schisteuses.

Parmi les fossiles on voit paraître des poissons, une énorme quantité de reptiles qui ont dû habiter le voisinage des mers, comme les ichthiosaures et les plésiosaures géosaures, mégalosaures, etc., des tortues, des crocodiles, et des coquilles également marines.

3° *Terrain crétacé.*

La présence de la craie forme le caractère distinctif des terrains secondaires supérieurs. Généralement ils forment des plateaux élevés ou des monticules à pente raide. Les parties inférieures se composent de grès mélangé de grains verts de silicate de fer, de là le nom de *grès vert* qu'on lui donne.

Au-dessus se trouve la craie d'abord grisâtre, grossière,

sablonneuse, et formant la *craie tufau*, puis blanche, terreuse ou compacte.

On trouve dans ces terrains beaucoup de fossiles, tant mollusques ou zoophytes, que poissons et reptiles; mais pas encore d'animaux à sang chaud.

4e *Période.* — TERRAINS TERTIAIRES.

Immédiatement au-dessus de la craie commence la série des terrains tertiaires. Ce qui les caractérise essentiellement, c'est la grande quantité d'ossemens fossiles appartenant aux oiseaux et aux mammifères qu'ils renferment. Dans les terrains secondaires, au contraire, nous avons vu que les animaux à sang chaud étaient à peine représentés par quelques débris épars. Le nombre des coquilles est également très-grand, et à mesure qu'on s'élève dans la série des formations tertiaires, les coquilles fossiles ressemblent de plus en plus à celles qui vivent encore dans nos mers et nos ruisseaux.

Ce qui n'est pas moins remarquable, c'est que dans ces terrains, il existe une sorte d'alternance de dépôts occasionnés par les eaux douces, avec les formations marines, ce que l'on reconnaît facilement à la nature des coquilles qui y sont renfermées. En général, ces terrains sont assez limités, et occupent des bassins circonscrits; souvent leurs couches sont horizontales, et lorsqu'ils sont coupées par des vallées, il y a correspondance exacte entre les couches des plateaux que séparent ces vallées. C'est ce que l'on remarque si bien, par exemple, dans les collines du nord de Paris, Montmartre et Ménilmontant, dont les couches sont de même nature et

dans la même position, malgré l'énorme vallée qui les sépare.

Les plantes dicotylédones si rares jusqu'à présent, sont au contraire extrêmement abondantes dans les terrains tertiaires.

Dans les couches les plus inférieures, on trouve d'abord des baleines, des dauphins, des lamantins, des phoques, en un mot, des mammifères marins. Ce n'est que plus haut que se montrent les mammifères terrestres, et parmi ceux-ci, ce sont plus particulièrement des animaux herbivores, appartenant soit à des genres d'espèces encore actuellement vivantes, soit à des genres entièrement perdus comme les *paleotherium*, etc.

Le terrain tertiaire se compose, en général, de roches peu dures, et à structure grossière. Ce sont des calcaires grossiers, souvent mélangés de silice, des sables, des marnes, des grès et du gypse.

La partie la plus inférieure de ce terrain est formée par un calcaire coquiller impur, qui porte le nom de calcaire *à cerites*, à cause du grand nombre de coquilles de ce genre qu'il contient. C'est la pierre avec laquelle sont bâtis tous les monumens de Paris. Il est impur et jaunâtre, et sa dureté est plus ou moins grande. Au milieu de ce calcaire sont intercallées quelques couches de marnes calcaires contenant des coquilles d'eau douce et des os de mammifères terrestres.

Au-dessus viennent des couches de marne, de calcaire siliceux et de gypse. C'est dans le gypse de Montmartre que l'on a trouvé la plupart de ces nombreux ossemens d'animaux terrestres décrits dans le bel ou-

vrage de Cuvier. Il contient aussi beaucoup de coquilles, mais qui toutes paraissent être fluviatiles.

Enfin, dans les assises supérieures, on trouve des sables et des grès (à Fontainebleau), que surmontent des couches d'un calcaire contenant des coquilles d'eau douce, mélangées dans certaines localités de pierres meulières, comme aux environs de Paris, ou des coquilles marines.

Ce qui caractérise encore ces derniers dépôts du terrain tertiaire, c'est la présence des débris d'éléphans, d'hyènes et d'ours, différens des espèces actuellement vivantes; et ces cadavres de mammouth ou éléphant velu que l'on trouve enfouis sous les glaces de la Sibérie, avec leurs poils et même leurs chairs. Ces espèces, perdues aujourd'hui, appartenaient aux animaux qui peuplaient la surface de la terre au moment où éclata le cataclysme auquel est due la formation des terrains tertiaires.

Cinquième période. — TERRAINS DILUVIENS ET POSTDILUVIENS.

1° TERRAINS DILUVIENS.

Toutes les matières minérales qui existent au-dessus du terrain tertiaire, portent avec elles le caractère de leur origine. Ce sont pour la plupart des sables, des graviers, des cailloux roulés, et parfois d'énormes blocs n'ayant aucun rapport avec le terrain sur lequel ils sont placés, et qu'on nomme *blocs erratiques*. Toutes ces matières forment des couches meubles, ou sont parfois

réunies en masses par des infiltrations calcaires accidentelles. On y trouve aussi un très-grand nombre de fossiles, qui, à peu d'exceptions près, appartiennent aux mêmes espèces que celles qui vivent à la surface du sol.

C'est aussi à ces terrains diluviens qu'appartiennent ces énormes quantités d'ossemens réunis par une sorte de ciment rougeâtre, et qu'on nomme *brèches osseuses*. Ce sont d'anciennes cavernes qui ont été remplies par ces ossemens, à l'époque de la dernière des catastrophes qui a bouleversé la surface du globe. Ces cavernes à ossemens sont assez communes dans le midi de la France.

On distinguera ces dépôts diluviens ainsi formés de sables et de galets, des mêmes dépôts postdiluviens, à leur position dans des lieux éloignés de tous les grands courans d'eau, qui auraient pu leur donner naissance.

2° TERRAINS POSTDILUVIENS OU ALLUVIENS.

Ce sont tous ceux qui se sont formés et qui se forment encore depuis le grand déluge. Ils constituent tantôt des dépôts marins qui ont eu lieu sur les bords de la mer, tantôt des dépôts lacustres, tantôt des dépôts fluviatiles. C'est seulement dans ces terrains modernes que l'on trouve des ossemens humains ou des objets travaillés par la main de l'homme.

On doit également rapporter à ces terrains d'alluvion la formation des tourbières et celle de la terre végétale.

TERRAINS VOLCANIQUES.

Le nom de *volcans* est donné à des ouvertures qui se

montrent à la surface de la terre, et d'où sortent ou sont sorties des matières en ignition, qui, le plus souvent, sous la forme de vapeurs ou de courans, ont fini par se consolider. Les volcans constituent, en général, des montagnes plus ou moins coniques, surtout à leur partie supérieure, dont le sommet est tronqué et remplacé par une dépression concave, ou quelquefois un immense abîme qu'on nomme le *cratère*.

Plusieurs volcans sont encore de nos jours tourmentés par des éruptions. On les appelle *volcans en activité*. Mais d'autres montagnes ayant la forme des volcans, composées des mêmes matières, et ayant évidemment la même origine, ne présentent plus aucun des phénomènes de l'ignition; on les nomme *volcans éteints*.

Les volcans en activité sont encore assez nombreux. Les plus célèbres en Europe sont l'Hécla en Islande, le Vésuve dans le royaume de Naples, Stromboli dans le îles Lipari, et l'Etna en Sicile.

Presque toujours les volcans en activité sont des montagnes isolées, placées au voisinage de la mer, ou formant des îles dont ils occupent la partie centrale, si elles sont petites, et l'un des côtés si elles sont grandes. Leur pente est plus ou moins rapide, surtout à leur partie supérieure qui se termine par un cône assez régulier, tronqué à son sommet. L'ouverture supérieure ou le cratère a communément une forme irrégulièrement circulaire, d'une étendue variable; celle du Vésuve a environ un mille de circuit, tandis que le cratère actuel de l'Etna, tel qu'il était alors que je le visitai, au mois de septembre 1834,

n'offre pas moins de trois milles de circonférence, et au moins trois cents pieds de profondeur verticale. Quelques-uns des volcans en activité sont incessamment en ignition, tel est le volcan de Stromboli, l'une des îles Lipari, au nord-est de la Sicile. Mais le plus communément les éruptions sont en quelque sorte intermittentes, et apparaissent à des époques plus ou moins éloignées. Pendant ces périodes de repos, le cratère se bouche en partie, et il en sort seulement des bouffées de fumée et de vapeurs sulfureuses qui attestent qu'il y a en quelque sorte une simple rémittence, et non cessation complète des phénomènes volcaniques.

Les éruptions des volcans sont ordinairement annoncées par des phénomènes extraordinaires qui le plus souvent permettent aux habitans des contrées voisines de se soustraire aux malheurs qui les menacent. La fumée et les vapeurs qui, dans l'état de repos, étaient peu intenses, sortent par bouffées ou tourbillons noirâtres; des détonations intérieures se font entendre; des secousses violentes ébranlent la montagne, et donnent fréquemment lieu à des tremblemens de terre qui se propagent souvent à de très-grandes distances. Tout à coup du sommet du cratère s'élèvent des gerbes de matières embrasées; des pierres incandescentes, mêlées de fumées et de cendres sont lancées à une hauteur prodigieuse dans l'atmosphère. Pendant ce temps, le cratère est une vaste fournaise dans laquelle les matières minérales liquéfiées par le calorique, sont agitées de mouvemens violens d'ondulations, de soulèvement ou d'abaissement alternatifs. De temps à autre, certaines matières réduites à l'état de

gaz forment d'énormes bulles qui soulèvent le liquide, et viennent éclater à sa surface. Bientôt, par leur accumulation dans l'intérieur du cratère, les matières liquéfiées et incandescentes le remplissent en totalité, jusqu'à ce qu'arrivant à leur sommet, elles s'épanchent au-dehors par-dessus leurs bords, en formant un torrent de feu, qui s'en échappe avec rapidité. Il arrive aussi quelquefois que par l'énorme pression qu'elles exercent sur les parois du cratère, les matières liquéfiées trouvant un point moins résistant, s'y accumulent et le déchirent. Les laves alors s'écoulent par d'énormes bouches ou crevasses qui se sont ouvertes tout à coup sur les flancs de la montagne. On conçoit que, dans ce dernier cas, la rapidité de la coulée des laves doit être accrue par l'énorme pression exercée par toute la masse incandescente, placée au-dessus de l'ouverture par laquelle elles s'échappent. C'est ce qui s'observe constamment à l'Etna; jamais ses laves n'arrivent jusqu'aux bords supérieurs du cratère; c'est toujours sur ses flancs que se forment les bouches ignivomes. Au Vésuve, au contraire, les parois du cratère offrant une plus grande force de résistance, la lave s'y accumule plus facilement jusqu'à son sommet, par dessus lequel elle s'épanche; c'est ce que j'ai observé lors de l'éruption de 1832, tandis que le contraire arriva dans l'éruption du mois d'août 1834.

La fumée qui s'élève du cratère des volcans dans leur état de rémittence et dans leur état d'activité, est toujours mélangée de vapeurs d'eau, et d'acides sulfureux, carbonique et hydrochlorique. La formation de ces différens acides est bien facile à concevoir, par la grande quantité

de matières sulfureuses et charboneuses, alors en combustion. Quant à l'acide hydrochlorique, il provient évidemment de la décomposition du chlorure de sodium contenu dans les eaux de la mer, qui paraissent avoir comme le pensent beaucoup d'observateurs, des communications souterraines avec l'intérieur du volcan. Ce qu'il y a de bien positif, c'est que j'ai recueilli, en 1832, sur les parois intérieures du cratère du Vésuve, et pendant l'éruption, de beaux échantillons de sel marin qui se déposaient en masses, comme spongieuses sur les bords même de la fournaise.

Les matières lancées au-dehors sous la forme de cendres ou de fragmens, ont été arrachées aux entrailles mêmes de la terre, et varient beaucoup dans leur nature. Quelquefois ces cendres sont tellement fines, qu'elles s'insinuent dans les habitations, et qu'il est en quelque sorte impossible de s'en garantir. Lorsqu'elles sont poussées par le vent, elles peuvent être portées à des distances énormes. Ainsi, lors de l'éruption de l'année 472, des cendres sorties du Vésuve furent entraînées jusque sur les côtes d'Afrique, et même à Constantinople. Ces cendres en tombant sur la terre, recouvrent tous les lieux environnans d'une couche quelquefois assez épaisse qui la rend pour long-temps inféconde. Quelquefois de petites pierres sont mêlées à ces cendres, et forment alors en tombant de véritables grêles de pierres, qui peuvent causer les plus grands ravages, et s'accumuler au point de recouvrir des maisons et même des villes. L'année 79 de notre ère, sous le règne de Titus, trois villes florissantes, Herculanum, Stabies et Pompéia, bâties entre le Vésuve

et la mer, furent complétement détruites et ensevelies sous les pluies de cendres et de pierres qui s'échappèrent du Vésuve. Ce n'est que plus de dix-sept siècles après cette disparition complète, que par des fouilles et des travaux multipliés, auxquels les Français contribuèrent si puissamment pendant leur séjour en Italie, on parvint à découvrir ces villes, dont le souvenir était presque perdu.

Souvent aussi il arrive que ces matières lancées dans l'atmosphère, retombent sur la terre, délayées par les eaux également vomies par le volcan, et forment alors des couches plus ou moins épaisses de *tuf volcanique.*

Les laves qui sortent des volcans au moment de leurs éruptions marchent quelquefois avec une extrême rapidité, d'autrefois au contraire avec une excessive lenteur. Cette rapidité peut dépendre, 1° de l'inclinaison plus ou moins grande du terrain sur lequel la lave s'écoule; 2° de la pression exercée sur elle par la masse de matières fondues qui surmonte l'ouverture par laquelle elle s'écoule; 3° enfin de l'intensité de la chaleur qui a pu augmenter en quelque sorte la fluidité. Suivant M. Della Torre, une coulée de laves au Vésuve parcourut une distance de 800 mètres en une heure. Lors de l'éruption de 1776, on vit en moins de quatorze minutes la lave s'élancer du cratère et arriver sur les bords de la mer, parcourant en si peu de temps un espace de 2000 mètres. Le célèbre M. de Buch a vu en 1805 dans une des éruptions du pic de Ténériffe, un fleuve de lave parcourir 7000 mètres en trois heures. La surface des cou-

lées de laves se refroidit nécessairement la première, et en se consolidant, elle forme une croûte plus ou moins épaisse sous laquelle la lave conserve pendant un temps quelquefois fort long sa chaleur et sa fluidité. Spallanzani dit avoir observé des laves qui restaient encore fluides dix ans après qu'elles étaient sorties du cratère, et à travers les gerçures de la surface de certaines coulées, la chaleur était encore assez grande après onze ans de repos, pour enflammer des bâtons. Cette fluidité qui se conserve si long-temps, quand tant de causes extérieures sembleraient devoir la faire cesser, avait donné à penser à quelques géologues qu'elle pouvait dépendre d'une autre cause que la chaleur. Mais rien ne justifie cette assertion.

Les produits ordinaires des volcans sont les scories, les pierres ponces, le soufre et les laves.

Les scories et les pierres ponces sont des matières légères, boursouflées par la chaleur, d'une couleur variable, ordinairement très-rudes au toucher, et qui lors des éruptions surnagent en quelque sorte les courans de laves. Toutes ces matières, comme toutes celles qui forment les diverses matières vomies par les volcans, sont constamment des silicates.

Le soufre, est abondant dans le voisinage des volcans, et, provenant de la sublimation, est toujours sous une forme pulvérulente ou aiguillée.

Quant aux laves, c'est-à-dire aux matières solides qui sont sorties des volcans à l'état de fusion ignée, ce sont aussi des silicates, mais dont la nature est néanmoins très-variable. Nous reviendrons tout à l'heure sur ce point.

Indépendamment des *cratères d'éruption* qui servent ainsi de communication entre les masses incandescentes qui forment le centre de la terre et sa surface, il en existe d'autres que M. de Buch désigne sous le nom de *cratères de soulèvemens*. Les premiers ont eu leurs parois formées par l'accumulation des matières vomies par le volcan; les seconds au contraire proviennent de soulèvemens qui se sont opérés de l'intérieur vers l'extérieur, sans émission de matières liquides, et leurs parois formant en dedans une cavité circulaire à pentes abruptes, sont composées de couches toutes redressées vers leur axe commun. Ce sont en quelque sorte des ébauches de volcans restés incomplets par l'impuissance ou la cessation des causes qui les ont fait naître. Car il arrive assez souvent que ces cratères de soulèvement finissent par devenir des cratères d'éruptions.

Très-souvent le cratère d'anciens volcans éteints laisse néanmoins dégager d'abondantes vapeurs d'acide sulfureux, de soufre sublimé, qui imprégnent le terrain ou se déposent sur tous les corps environnans. On connaît ces caractères sous le nom de *solfatarres*. La plus célèbre en Europe est celle de Pouzzole dans le golfe de Naples.

Lorsque l'on considère le grand nombre de volcans éteints qui existent dans toutes les contrées de la terre, et qu'on les compare sous le rapport de leur masse, de leur étendue, de leur nombre, à ceux qui sont en ignition aujourd'hui, on ne peut s'empêcher de penser que la cause des phénomènes volcaniques a singulièrement perdu de sa puissance. Mais ce qui n'est pas moins re-

marquable, ce sont les différences qui existent entre les produits des volcans éteints et ceux qui de nos jours se forment encore sous nos yeux.

Sous ce rapport on peut distinguer trois sortes de terrains volcaniques, savoir : le terrain trachytique ; le terrain basaltique et le terrain de laves. Les deux premiers appartiennent presque exclusivement aux volcans éteints.

1° Le Terrain trachytique est essentiellement formé par une roche d'origine ignée, que les géologues, depuis Haüy, appellent *trachyte*. Elle a la structure porphyroïde et poreuse, et se compose essentiellement de feld-spath, mélangé d'amphibole et de mica. Sa couleur est très-variable, elle est grise, brune, rougeâtre, verte, etc. Elle est âpre au toucher et offre une grande analogie avec les roches massives des terrains primitifs, analogie que confirme l'opinion généralement admise aujourd'hui de l'origine ignée de ces terrains. Les trachytes sont communs en Auvergne et forment la masse du Puy-de-Dôme, du Mont d'Or, etc. Le terrain trachytique paraît être beaucoup plus ancien que le terrain basaltique, qui lui est généralement superposé. Mais il arrive quelquefois que ces deux espèces de terrains marchent parallèlement l'un à l'autre.

2° Le terrain basaltique se compose de roches dans lesquelles prédomine le pyroxène. Tantôt elles forment des assises puissantes, tantôt elles sont composées d'un assemblage de prismes plus ou moins réguliers. Leur structure est compacte, leur couleur brune ou presque noire. Les montagnes de l'Auvergne et du Vivarais en offrent de nombreux exemples.

3° Terrain de laves, c'est celui qui se forme autour et par les éruptions des volcans encore en état d'ignition. Les laves peuvent varier à l'infini dans leurs caractères. C'est le pyroxène qui prédomine dans leur composition. Les unes sont dures, compactes et résistantes. Toutes les maisons et les palais de Naples et de ses environs sont construits avec les laves compactes du Vésuve. D'autres au contraire sont légères et poreuses. Les unes sont grisâtres, brunes, presque rougeâtres ou tout à fait noires, elles forment souvent des couches d'une grande épaisseur et d'une énorme étendue. Les laves paraissent n'être en quelque façon que des trachytes ou des basaltes qui ont été de nouveau liquéfiées par le feu.

Nous venons d'esquisser à grands traits les caractères et la succession des masses minérales qui composent l'enveloppe extérieure de la terre. Mais hâtons-nous de prévenir que presque jamais on n'observe, dans un même lieu, la superposition complète des six espèces de terrains que nous avons admises. Ainsi, ce n'est pas toujours le terrain tertiaire ou le terrain alluvien qui se trouve à la surface du sol; les terrains massifs ou primitifs, les terrains de transition ou secondaires, peuvent dans certaines localités former la couche la plus superficielle; mais ce qui n'arrive jamais, ou presque jamais, sauf quelques cas exceptionnels, dont il est néanmoins le plus souvent facile de donner l'explication, c'est de voir en grandes masses un terrain d'une époque antérieure placé au-dessus d'un terrain qui, dans l'ordre de leur succession,

devrait lui être postérieur. Ainsi, on ne voit pas le terrain secondaire, par exemple, snperposé au terrain tertiaire, etc. De plus, dans certaines localités, les terrains qui séparent deux époques extrêmes, peuvent manquer en totalité, de telle sorte que ces deux terrains extrêmes se trouvent immédiatement superposés. Ainsi, entre le terrain primitif, par exemple, et le terrain tertiaire doivent se trouver, en suivant exactement la série des formations, les terrains de transition et les secondaires. Mais il arrive quelquefois que le terrain tertiaire est immédiatement appliqué sur les terrains massifs, par suite de l'absence dans cette localité des terrains de transition et secondaires. C'est ce que l'on pourra facilement concevoir si l'on admet que les terrains massifs ou primitifs ont préexisté à tous les autres; que, c'est sur leur surface extérieure très-inégale, présentant des enfoncemens en forme de vastes bassins, et des saillies plus ou moins considérables, que les autres se sont successivement déposés. Il a dû arriver que les terrains secondaires ont occupé d'abord les parties les plus déclives de ces immenses bassins; que dans beaucoup de cas ils n'ont pas été entièrement comblés; et qu'ainsi au moment où les causes qui ont donné lieu à la formation des terrains secondaires ont cessé d'agir, pour faire place à celles qui allaient produire les terrains tertiaires, les parties les plus saillantes des terrains primitifs pouvaient se trouver à nu. Maintenant, il est très-naturel d'admettre que les terrains tertiaires auront dû agir de la même manière, relativement aux terrains massifs et secondaires. Ajoutons encore qu'une cause extrêmement puissante, celle des feux souterrains et des soulèvemens, sur laquelle

nous reviendrons prochainement, a dû aussi soulever et mettre à nu des portions de terrains anciens, et même les placer sur des terrains plus modernes qu'eux. Par suite de ces soulèvemens de terrains, les couches sédimenteuses qui avaient primitivement une position horizontale, en ont pris souvent une très-inclinée, et quelquefois presque verticale. Il résulte de cette disposition que ce ne sont plus les faces de ces couches, mais leurs côtés qui forment la superficie du sol sur lequel nous marchons. Dès lors, les couches au lieu d'être superposées dans l'ordre de leur formation, de manière que les plus anciennes soient les plus profondes, se trouvent appliquées les unes contre les autres, et qu'en parcourant un rayon, à partir d'un certain point, on peut apercevoir successivement à la surface du sol la tranche des différentes couches placées les unes à la suite des autres dans l'ordre de leur formation.

QUELQUES OBSERVATIONS SUR LA FORMATION DES DIVERSES COUCHES DU GLOBE.

L'examen très succinct que nous venons de faire des diverses couches dont se compose l'enveloppe extérieure de la terre, doit suffire pour nous convaincre que plusieurs révolutions successives ont, à différentes époques, bouleversé et changé la surface du sol. Ces révolutions nombreuses sont attestées ; 1° par la nature même des substances dont se composent les couches de la terre ; 2° par les différences énormes qui existent dans les êtres organisés dont on trouve les dépouilles dans les diverses

assises du globe. Des changemens aussi grands, une diversité aussi frappante, ne sauraient être attribués à une seule et même cause.

Mais pour mieux faire comprendre cette série de grands phénomènes, remontons, s'il est possible, jusqu'à la formation primitive de notre planète, et voyons quelles sont les explications ou les hypothèses qui ont été présentées par les principaux philosophes.

Pour résoudre ce grand problème, Descartes admet que les planètes et la terre en particulier sont des soleils éteints et refroidis à leur surface. Par suite de ce refroidissement la surface extérieure s'est solidifiée, et c'est ainsi que s'est formée la couche superficielle que nous habitons. Ce grand philosophe admet encore qu'il existe un feu central, toujours actif, auquel on doit attribuer l'égalité de température des lieux souterrains; mais comme l'existence des fossiles, alors peu étudiés, repoussait cette origine ignée, Descartes les regardait comme de simples jeux du hasard.

En 1681, Thomas Burnet, dans un ouvrage qui a pour titre : *Telluris theoria sacra*, émet une hypothèse entièrement opposée à celle de Descartes. Avant le déluge, la terre était d'abord fluide; c'était un chaos de matières hétérogènes. Petit à petit, les plus pesantes descendirent au fond, et les autres se superposèrent dans l'ordre de leur pesanteur respective; l'eau enveloppa de toutes parts ces matières solides, mais à sa surface s'amassa une couche d'huile et de bitume. Les poussières et les autres matières étrangères que contenait l'atmosphère, en se précipitant, solidifièrent cette couche d'huile qui finit

par former la surface solide de la terre. Telle fut l'origine de la première terre habitable. Elle était unie, sans montagnes, et d'une grande fertilité. Elle dura environ seize siècles dans cet état. Mais la chaleur du soleil, en la desséchant, y fit de vastes crevasses, elle se fendit, se brisa en fragmens irréguliers qui s'écroulèrent dans l'abîme des eaux, et qui bientôt furent recouverts par celles-ci. Mais dans leur chute ces énormes fragmens formèrent de vastes cavités dans lesquelles les eaux se précipitèrent de nouveau, et c'est alors que se découvrirent les continens et les îles, tels que nous les voyons aujourd'hui. Il ne resta d'eau que dans les énormes vallées qui forment le bassin des mers.

Cette opinion est, comme on le voit, tout-à-fait opposée à celle de Descartes.

Leibnitz a émis une théorie géogonique dans son livre intitulé : *Protogœa*. Il part de l'état liquide, c'est-à-dire qu'il admet qu'à une certaine époque, toute la terre formait une masse fluide, et comme le feu est la cause la plus puissante de la fluidité des corps, il pensait, comme Descartes, que la terre était ou un soleil éteint, ou un fragment de soleil éteint. En se refroidissant, les matières solides formèrent de grosses bulles, d'où résultèrent des cavernes intérieures. Les vapeurs que la chaleur avait lancées dans l'atmosphère, se refroidirent insensiblement et retombèrent à sa surface. Les unes plus lourdes, plus compactes tombèrent les premières, et pénétrèrent dans les fissures pour former les filons; d'autres se déposèrent à sa surface. Mais l'eau, en plus grande abondance, recouvrit toutes les autres parties. C'est à cette époque que

naquirent les animaux aquatiques, les coquillages, les poissons; mais petit à petit les eaux diminuèrent; elles se précipitèrent dans les grandes cavités intérieures dont nous avons parlé, et mirent ainsi à découvert les parties les plus élevées de la surface du sol. Dès lors naquirent les plantes et les animaux terrestres.

En 1698, Guillaume Whiston, élève et successeur de Newton, dans l'université de Cambridge, émit un système qu'il avait en partie emprunté aux idées de son maître, et en partie à celles qu'avait mises en vogue à cette époque l'apparition de la comète de 1681, remarquable surtout par l'énormité de sa queue. Selon lui, l'atmosphère d'une comète fut l'origine de notre planète. Les matières se précipitèrent selon l'ordre de leur pesanteur. Les vapeurs d'eau, en tombant, recouvrirent toute la surface de la terre. Whiston fixe l'année, et même le jour où le déluge arriva, savoir : 18 novembre de l'année 2365 de la période julienne, c'est-à-dire 2349 ans avant J.-C. Au centre de la terre, il existe un foyer de chaleur, qui tend à se répandre du centre à la circonférence, et auquel est due la chaleur uniforme des puits, des caves et des souterrains.

Buffon, dont le génie hardi avait su embrasser la nature dans toutes ses parties, a publié sur l'origine de notre planète deux écrits remarquables, la *Théorie de la terre*, et les *Epoques de la nature*, qui sont, surtout le dernier, l'un des plus beaux monumens de la langue française.

Selon ce grand naturaliste, notre globe offre une origine ignée. Une comète en passant rapidement près du

soleil, qui est un globe de matière embrasée et lumineuse, l'avait frappé, et en avait détaché une portion qui, lancée dans l'espace avec une force incalculable, s'y était brisée. Ces portions, en roulant sur elles-mêmes, avaient donné naissance non-seulement à la terre, mais à toutes les parties du système planétaire. La terre a donc été originairement une masse vitreuse fondue et incandescente. En roulant dans l'espace, elle y prit naturellement la forme globuleuse qu'elle présente aujourd'hui. Insensiblement sa surface se consolida et forma une croûte dont l'épaisseur alla graduellement en augmentant. Une partie des matières volatilisées dont se composait l'immense atmosphère de ce globe de feu, en se condensant, tombèrent sur la terre et en formèrent les mers. Celles-ci, attaquant la surface du sol, en délayèrent les parties extérieures, qui insensiblement se précipitèrent et formèrent ainsi les diverses couches dont l'écorce du globe se compose. Les montagnes et les vallées furent dues aux courans et aux mouvemens de ces grandes masses d'eau.

Par des calculs spécieux et des expériences plus ingénieuses que concluantes, Buffon fait remonter à une époque énormément reculée la première apparition de la terre, opinion qui aujourd'hui semble néanmoins acquérir plus de consistance, par l'existence du grand nombre d'êtres fossiles, dont la diversité et la position attestent les révolutions successives qui en ont bouleversé la surface.

Selon Delaplace au contraire, la terre aurait d'abord été gazeuse. A une certaine époque le soleil par sa haute

température était environné d'une atmosphère immense. C'est de la condensation de cette atmosphère que sont résultées la terre et les diverses planètes.

Il existe encore une foule d'autres systèmes sur la formation primitive ou l'origine de la terre, qu'il n'entre pas dans notre plan de développer ici. On en trouvera l'exposition détaillée dans les ouvrages spéciaux de géologie.

En examinant les changemens énormes qui ont eu lieu successivement à l'extérieur de notre planète, on est amené à admettre que la terre telle qu'elle existe aujourd'hui, n'a pas pu être formée d'un seul jet, et dans un même moment, mais que par des causes diverses, mais toujours très-puissantes, sa surface a été successivement modifiée et changée.

Examinons donc, s'il est possible, la série de ces changemens, et cherchons ainsi à nous représenter par la pensée la formation des différentes couches de la terre, l'origine des êtres organisés dont les dépouilles et les empreintes se voient encore aujourd'hui dans ses entrailles.

La terre, comme on sait, a la forme d'un sphéroïde aplati vers les pôles. Il en résulte qu'elle offre deux diamètres de grandeur différente. Celui de ses pôles ou de l'axe autour duquel elle tourne, est de 2855 lieues, celui de l'axe de l'équateur est de 2865. La dépression de la terre vers les pôles est donc de cinq lieues à chaque pôle, c'est-à-dire d'environ la trois-centième partie du rayon de l'équateur. Or, cette forme est précisément celle que prendrait un corps liquide lancé dans l'espace, et y roulant sur son axe. Tout porte donc à croire que la terre

a d'abord été une masse liquide, et comme les matières dont son noyau se compose n'ont pu être liquéfiées que par la chaleur, on doit admettre que la terre a été primitivement une masse incandescente et liquéfiée par le feu. Ce qui n'est pas moins remarquable, c'est que les autres planètes qui roulent également dans l'espace, ont une forme semblable à celle de la terre, ainsi que le prouvent les calculs des astronomes. Elles ont donc eu une origine semblable. L'opinion de Descartes et de Buffon sur l'origine de la terre et des autres planètes paraît donc être aujourd'hui la plus vraisemblable, c'est-à-dire celle qui s'accorde le mieux avec tous les faits observés.

Mais cet état d'incandescence dont la durée a dû être fort longue, en raison de la masse de la terre, a dû s'affaiblir graduellement, et cesser par suite de la déperdition de chaleur qui est résultée de son mouvement de rotation dans l'espace. La partie qui la première s'est refroidie et consolidée a été nécessairement la partie extérieure immédiatement exposée aux causes du refroidissement. On doit donc distinguer dans la vie de la terre, que l'on me permette cette expression métaphorique, deux époques distinctes, mais successives : celle de l'*incandescence* et celle du *refroiditsement*. Nous allons les examiner, l'une et l'autre, dans l'ensemble des phénomènes qui les ont accompagnées.

1re Période : *État d'incandescence.*

Cette première période de l'état de notre planète a dû avoir une durée excessivement longue, si nous songeons

à la masse totale du globe terrestre. Elle est prouvée 1° par la forme sphéroïdale de la terre déprimée vers ses pôles; 2° par la nature des substances minérales massives qui en forment le noyau, toutes insolubles dans l'eau; 3° enfin par la chaleur propre que la terre a conservée et dont l'intensité augmente à mesure qu'on descend plus profondément dans ses entrailles. Cette chaleur intérieure du globe est aujourd'hui un fait hors de doute, et que prouvent une foule de phénomènes impossibles à expliquer sans l'admettre : telle est la température égale des puits, celle des eaux thermales et surtout celle des mines. Cette augmentation de la température des couches du sol est progressive et régulière, et l'on s'est assuré que, terme moyen, elle s'accroît d'environ un degré par trente mètres de profondeur. Beaucoup d'auteurs avaient pensé qu'elle était occasionnée par le calorique incessamment émis par le soleil et qui s'accumulait dans la terre. Mais s'il en était ainsi, la chaleur de la terre loin de s'accroître progressivement dans les couches plus intérieures, devrait être plus grande à sa surface, plus immédiatement exposée à l'action calorifique du soleil. Or les faits prouvent le contraire.

On conçoit que dans cette première période, la terre devait être environnée par une atmosphère d'une immense étendue. L'excessive chaleur dont elle était pénétrée, avait dû volatiliser un grand nombre de substances, qui peuvent même aujourd'hui nous paraître fixes, parce que nous ne pouvons produire une température assez élevée pour les volatiliser.

Mais à mesure que le refroidissement s'opérait à sa

surface, les parties les plus extérieures se consolidaient et formaient une croûte solide dont l'épaisseur allait sans cesse croissant. Un grand nombre de matières, suivant l'ordre inverse de leur volatilité, se condensaient, tombaient sur la terre et s'introduisaient dans les fentes ou crevasses de sa surface où elles formaient des filons; telles sont un grand nombre de substances métalliques que nous pouvons encore réduire en vapeurs par les feux de nos fourneaux. Dès lors l'atmosphère devait diminuer et d'étendue et de densité: d'étendue par suite d'une moindre dilatation opérée par la diminution de la chaleur; de densité, par la précipitation des matières que la même cause, la diminution de la chaleur, faisait tomber sur la terre sous la forme de liquides ou de solides.

Cette croûte extérieure consolidée, en s'opposant au dégagement de la chaleur intérieure, et à la volatilisation des matières formant la masse incandescente, a dû être souvent soulevée et rompue par suite de l'accumulation du calorique au-dessous d'elle. De là, la formation d'une partie des inégalités qui hérissent la surface du sol.

On conçoit facilement que dans cette première période la chaleur centrale étant trop forte encore pour que l'eau pût se déposer à la surface du sol, celui-ci était aride et nu et par conséquent entièrement privé d'êtres organisés vivans.

2e Période : *État de refroidissement.*

Cette seconde période a dû commencer dès le moment où les parties extérieures de la terre se sont assez

refroidies pour permettre à l'eau d'y séjourner. Car dès lors a eu lieu l'apparition des êtres organisés qui la caractérisent. Comme la superficie du sol ne présentait encore que de faibles irrégularités et non des chaînes de montagnes élevées séparées par de profondes vallées, l'eau n'a pu former à cette époque que des espèces de lacs peu profonds et non les vastes mers que nous apercevons aujourd'hui. En tombant de l'atmosphère sur la terre et en se rendant dans ses parties les plus déclives, l'eau a dû entraîner avec elle une grande quantité de matières étrangères qui ont fini par se déposer au fond des bassins dans lesquels elle était contenue. Des plantes et des animaux aquatiques se sont montrés dans ce liquide et ont été les premiers êtres animés qui aient habité la terre à cette époque. Mais les lieux seuls où l'eau existait ont d'abord été peuplés. Tout le reste de la surface de la terre était trop aride pour que des êtres vivans pussent s'y montrer. A cette époque, par suite de la plus forte pression de l'atmosphère et l'existence en plus grande abondance des produits de la combustion et en particulier de l'acide carbonique, les eaux qui baignaient la surface du sol, ou celles qui sortaient de son intérieur devaient tenir un très-grand nombre de matières minérales en dissolution ou en suspension et les déposer successivement sous la forme de sédiment.

Mais l'épaisseur de la croûte extérieure solidifiée, qui s'opposait au dégagement des gaz et des vapeurs, devait tendre sans cesse à la rompre. Par les fissures qui se formaient à la face interne des couches déjà déposées,

le feu central faisait passer au milieu de ces couches déjà stratifiées, des matières en fusion, qui ne tardaient pas à se consolider. C'est ainsi qu'ont pu se former les terrains intermédiaires ou de transition, mélange de roches primitives d'origine ignée, intercalées au milieu de couches stratifiées, dues à l'action des eaux et dans lesquelles se voient déjà les empreintes de quelques-uns des premiers habitans des eaux du globe.

Dans les points où la croûte solidifiée cédait complètement, se sont faites des ouvertures par lesquelles les matières liquéfiées par le feu se sont échappées, et se sont accumulées successivement, en formant soit des montagnes isolées, soit des chaînes de montagnes plus ou moins étendues. C'est ainsi qu'on peut expliquer très-probablement la formation des *volcans éteints*, qui existent dans une foule de lieux, où ils constituent quelquefois de vastes chaînes de montagnes.

Jusqu'alors aucun animal terrestre n'existait encore, car la végétation occupait simplement les parties les plus basses où l'eau séjournait. Mais la surface du sol exposée incessamment à l'action de l'atmosphère, et à celle des eaux qui se répandaient sur elle, a dû s'altérer, se modifier par suite de l'action de ces différens agens. Les parties qui la constituaient, divisées et réduites en particules plus déliées, ont permis à l'eau de la pénétrer plus facilement, et d'accélérer en quelque sorte le mouvement de leur décomposition. Dès lors, des plantes ont pu s'y développer, et l'existence de ces plantes a nécessairement amené et favorisé la formation des animaux terrestres.

Mais à cette époque où la chaleur du globe était en-

core si forte, où l'atmosphère était à la fois humide et brûlante, la végétation devait présenter une activité extraordinaire, et un développement dont celle qui se produit encore sous nos yeux dans les régions tropicales, où la chaleur se joint à l'humidité, comparée à la chétive végétation de nos régions tempérées, n'offre qu'une faible image. Aussi trouvons-nous dans les débris de cette végétation primitive, avec des formes gigantesques, des espèces qui de nos jours sont des herbes humbles et fluettes.

Une remarque qui n'est pas moins digne de l'attention des naturalistes et des philosophes, c'est la diversité de formes et d'organisation des êtres dont on trouve les traces dans les différentes couches de la terre. En étudiant dans la série des différens terrains stratifiés qui surmontent les terrains massifs d'origine ignée, les débris ou les empreintes d'animaux qu'on y trouve, on voit en quelque sorte l'organisation apparaître d'abord sous des formes excessivement simples, et se compliquer graduellement à mesure qu'on s'élève des couches les plus profondes vers les plus superficielles. C'est dans les terrains de transition qu'apparaissent les premiers fossiles animaux. Ce sont des genres de crustacées ou de mollusques, tels que les *productus*, les *orthocératites*, les *spirifères*, les *évomphales*, les *trilobites*, dont les genres ont été entièrement perdus. Plus haut, dans les couches du terrain calcaire inférieur, ces premières espèces disparaissent complétement pour faire place à d'autres mollusques ou coquillages dont les espèces et les genres ont également disparu de nos mers. Les *am-*

monites et les *bélemnites* existent plus haut, et se montrent dans plusieurs couches superposées, pour disparaître à leur tour. Ainsi, elles sont abondantes dans les terrains secondaires supérieurs, et manquent totalement dans les terrains tertiaires.

Tous ces animaux appartiennent aux invertébrés. Les vertébrés apparaissent dans les assises supérieures du terrain secondaire inférieur. Mais ce sont d'abord des poissons, puis des reptiles, et parmi ces derniers, des espèces qui, comme les poissons, ont dû vivre dans l'eau. Ainsi les quadrupèdes ovipares, tels que les *ichthiosaures*, les *plésiosaures* (genres perdus), les *tortues* et les *crocodiles* paraissent avant les quadrupèdes vivipares. C'est au-dessous de la craie, qui forme la limite entre les terrains secondaires et les terrains tertiaires, dans les calcaires jurassiques, qu'on les observe. C'est dans la craie que sont enfouis les tortues et les énormes sauriens des carrières de Maëstricht.

L'existence des quadrupèdes vivipares ne commence à se manifester que dans la série des terrains tertiaires. Ce sont d'abord des mammifères marins ou amphibies, tels que des *lamantins* et des *phoques*, dont on trouve les ossemens fossiles dans les bancs de calcaire grossier, si abondans aux environs de Paris, et qui appartiennent aux formations les plus inférieures du terrain tertiaire. Ce n'est qu'au-dessus du calcaire grossier, et particulièrement dans des couches plus ou moins meubles que l'on commence à rencontrer en abondance des vestiges des animaux véritablement terrestres. Leurs os ne sont plus, comme ceux des animaux qui les ont précédés, contenus

dans des couches solides et compactes; mais, au contraire, dans des terrains de transport qui se sont déposés dans des eaux douces.

Les quadrupèdes vivipares que leur position dans les couches de la terre doit nous faire regarder comme les plus anciens, ceux des couches qui surmontent le calcaire grossier n'ont rien par leur forme qui rappelle les animaux qui existent encore aujourd'hui; les *palæotherium*, les *anoplotherium* appartiennent à des genres dont les espèces ont toutes disparu.

Les espèces perdues appartenant à des genres aujourd'hui connus, comme les éléphans, les rhinocéros, les hippopotames, ou à des genres extrêmement voisins de nos genres actuels, comme les mastodontes, si rapprochés des éléphans, ne se trouvent pas mélangées avec les précédens. Ils sont placés au-dessus d'eux dans des terrains de transport, mêlés de coquilles terrestres ou marines, mais jamais dans des bancs réguliers.

Enfin ce n'est qu'en s'approchant tout-à-fait de la surface de nos continens actuels, dans les terrains les plus récens, dans ces alluvions qui se sont formés sur le bord des grands cours d'eau, ou au voisinage des lacs ou des étangs desséchés, que les ossemens fossiles appartiennent à des espèces qui sont les mêmes, ou du moins très-analogues à celles qui animent encore la surface de la terre. Mais néanmoins nous devons encore faire ici deux remarques : 1° généralement les espèces fossiles sont plus grandes que les mêmes espèces encore aujourd'hui vivantes, 2° un grand nombre d'espèces fossiles trouvées dans les climats tempérés ou septentrionaux, n'existent

plus vivantes dans les mêmes lieux, mais au contraire dans les régions les plus chaudes du globe; tels sont les éléphans, les rhinocéros, les hippopotames, etc. De cette dernière remarque on doit conclure, ou que ces animaux ont été transportés par les eaux, des régions chaudes, dans lesquelles ils vivaient, jusqu'aux lieux où nous les trouvons aujourd'hui enfouis, ou ce qui est plus probable que les parties tempérées du globe où on les retrouve ont éprouvé un changement subit et énorme dans leur température.

Ce qui n'est pas moins remarquable, c'est que jusqu'à ce jour, on n'a encore trouvé aucun ossement humain à l'état véritablement fossile. Tous ceux dont on a fait mention, ou bien n'appartenaient pas à l'homme quand ils ont été mieux examinés, ou bien se rencontraient dans des dépôts très-récens, où ils avaient été enfouis à des époques plus ou moins rapprochées de l'époque actuelle. Toutes les révolutions de la surface du globe qui ont amené successivement les différens bouleversemens dont il a été le théâtre, et qui sont attestés par des animaux enfouis dans ses différentes couches, ont donc eu lieu avant l'apparition de l'homme sur la terre. Ce fait est hors de doute; car si l'homme eût habité la terre en même temps que les autres animaux dont elle recèle les dépouilles, soumis aux mêmes influences, il eût partagé le même sort, et ses ossemens fossiles attesteraient son existence primitive. Ainsi l'homme est donc postérieur à tous les autres animaux dont on trouve quelque partie enfouie dans les couches de la terre.

Les révolutions physiques auxquelles est due la forma-

tion de toutes les terres, dont se composent nos continens actuels, sont donc antérieures à tous les événemens et à toutes les traditions conservés dans le souvenir et les monumens historiques des hommes. Mais ils ne sont pas les seuls qui aient modifié et changé la surface de la terre. Les annales de la plupart des peuples attestent qu'à une époque récente, si on la compare à la longue suite de siècles dont se compose la vie de notre globe, un grand cataclysme, le déluge, en recouvrant d'eau la plus grande partie des anciens continens, y a détruit les animaux et les hommes qui y vivaient alors. Or, il est probable que les dépouilles de ces animaux, et des hommes qui en étaient les contemporains, entraînées par ces eaux, sont aujourd'hui déposées au fond de nos mers actuelles, dans les couches qui s'y sont formées. C'est ainsi que l'on peut expliquer l'absence des restes de l'homme au milieu des dépouilles des autres animaux fossiles de nos continens.

Pouvons-nous aujourd'hui nous rendre compte de ces formations et de ces disparitions d'animaux, dont l'organisation varie tant, suivant les diverses couches où on les observe? Ce problème est, sans contredit, l'un des plus difficiles que l'homme puisse se proposer de résoudre. Mais cependant l'examen des faits et des inductions qu'il est le plus souvent permis d'en tirer, nous fournissent quelques données pour nous mettre sur la voie de cette solution.

Par suite de l'état primitif d'incandescence du globe et des changemens énormes que son refroidissement successif a opérés non-seulement à sa surface, mais dans la

nature de son atmosphère, il est permis de concevoir que les animaux qui l'ont habitée à ces différentes époques, ont dû en être puissamment influencés. Ainsi, par exemple, à mesure que le refroidissement s'opérait, le degré de température qui avait été nécessaire à la vie de certains animaux, venant à s'abaisser, pouvait entraîner la mort de ces animaux. De même pour la composition de l'atmosphère : telle substance existant à l'état de gaz dans l'atmosphère, à une certaine température, pouvait être indispensable à la vie de certains animaux. Or, la diminution successive de la température, en condensant une foule de matières contenues dans l'atmosphère devait faire périr les animaux pour lesquels cette matière était nécessaire.

Mais il est une autre cause puissante des changemens opérés à la surface de la terre, c'est celle des soulèvemens partiels de son enveloppe extérieure dont nous allons nous occuper.

Soulèvemens.

C'est une question aujourd'hui d'une haute importance en géologie, et qui a été traitée et débattue avec beaucoup de soin et d'habileté par plusieurs géologues, que celle de l'influence des soulèvemens de la surface du sol, sur la production des changemens et des révolutions qui s'y sont opérés.

L'idée des soulèvemens est fort ancienne en géologie. Elle a dû en quelque sorte s'offrir d'elle-même à tout explorateur des montagnes. En voyant les couches de sédiment qui, d'après leur origine et leur nature, ont dû

être sensiblement horizontales à l'époque de leur formation, se présenter dans les grandes chaînes constamment disloquées et redressées surtout au voisinage des masses non stratifiées (tels que les granits, les porphyres, etc.). On est conduit à penser qu'elles ont été soulevées par ces dernières postérieurement à leur dépôt et à leur consolidation. Le célèbre Saussure (*Voyages dans les Alpes*), a donné le premier des preuves irrécusables de ce fait, et ses observations sur les poudingues de la vallée de Valorsine, doivent faire époque dans l'histoire de la théorie des soulèvemens. Ces poudingues forment des couches presque verticales encaissées par des roches schisteuses. Ils se composent de cailloux de forme alongée ou aplatie, dont tous les grands plans ou axes sont couchés parallèlement à la stratification du terrain, comme cela résulte des lois de la pesanteur, si tout le massif des couches a été primitivement horizontal.

Depuis Saussure, les géologues ont fait des observations de plusieurs genres qui confirment l'idée des soulèvemens. Ainsi, on a remarqué qu'au mont Buet, en Savoie, et au mont Perdu, dans les Pyrénées, il existait des lambeaux d'un terrain analogue à la craie, à des hauteurs de trois à quatre mille mètres. Or, ces lambeaux, placés sur des couches plus ou moins inclinées, ont dû être portés à cette hauteur par des soulèvemens, puisque partout ailleurs le niveau du dépôt de craie ne dépasse jamais deux cents mètres, et qu'on ne le voit pas sur une multitude de hauteurs plus petites que trois mille mètres et plus grandes que deux cents.

On a de plus observé qu'à la jonction des couches de

sédiment et des masses non stratifiées, celles-ci pénétraient souvent les premières sous forme de filons, ou bien s'étaient épanchées sur elles. Enfin, on a souvent remarqué qu'au contact des masses non stratifiées avec les roches de sédiment, celles-ci sont souvent plus ou moins altérées jusqu'à une certaine distance.

Tous ces faits réunis, et une foule d'autres, que nous pourrions encore citer ici, démontrent évidemment qu'il y a eu des soulèvemens plus ou moins étendus de l'écorce de la terre, qui ont changé la direction des couches extérieures, dont ils ont, en beaucoup de lieux, détruit l'horizontalité. D'ailleurs des soulèvemens analogues ont eu lieu à des époques assez récentes pour que les hommes en aient perpétué le souvenir. Nous nous bornerons à rapporter ici quelques-uns des exemples les plus frappans.

En 1538, toute la Campanie, ou terre de Labour, qui avoisine Naples, fut tourmentée par de violens tremblemens de terre. Tout à coup on vit surgir, en peu d'instans, entre Pouzzole et Baïa, une montagne conique de 140 mètres de hauteur sur 2600 mètres de circonférence. Cette montagne, composée de cendres, de pierres-ponces et autres produits volcaniques, en a porté le nom de *Monte-Nuovo;* elle est couverte aujourd'hui de buissons de myrtes et de térébinthes. Quelques parties des champs phlegréens des environs de Naples qui ont été le théâtre de tant de phénomènes volcaniques, ont vu leur niveau s'abaisser et s'élever alternativement; c'est ce qui a dû arriver pour l'emplacement sur lequel est bâti le temple de Jupiter-Serapis à Pouzzole, dont le pavé, aujour-

d'hui au-dessous du niveau de la mer, puisque ses eaux y pénètrent et le recouvrent, a dû, à une certaine époque, être encore plus déprimé, comme le prouve l'usure de la partie inférieure des colonnes, qui portent l'empreinte de leur séjour prolongé sous les eaux, et les trous percés par les coquilles du genre pholade qui s'y étaient attachées.

Au Mexique dans l'intendance de Valladolid, on vit au rapport de M. de Humboldt en 1759, une plaine d'environ trois à quatre mille carrés, se soulever en forme d'ampoule et atteindre ainsi une élévation de près de cinq cents mètres. En même temps et à peu de distance de ce lieu, se formait le volcan connu sous le nom de Jorulo.

Plusieurs îles nouvelles se sont souvent montrées au-dessus de la mer, soulevées du fond de ses abîmes.

En 1831 un phénomène semblable s'est produit entre les côtes de Sicile et l'île Panteleria. L'île *Julia* formée par un volcan sous-marin, s'est montrée pendant plusieurs mois élevée de plus de cent pieds au-dessus des eaux de la Méditerranée, qui ont fini par l'engloutir et la faire disparaître.

La cause de ces soulèvemens est évidente; elle est due à l'action des feux souterrains qui existent dans le centre de la terre. Mais si cette cause dont l'intensité a été et va sans cesse en décroissant, peut encore agir avec une aussi grande force de nos jours, que l'on se figure quelle a dû être sa violence et son activité dans les temps où le globe terrestre était plus rapproché de sa première origine. C'est évidemment à cette cause qu'est due la

formation des grandes inégalités de la surface de la terre, et des chaînes de montagnes qui existent dans toutes les contrées du globe. La formation, ou plutôt le soulèvement de ces grands massifs, s'est fait successivement et à des époques plus ou moins éloignées les unes des autres, et souvent l'apparition de plusieurs d'entre elles s'est faite en même temps. Qu'on se représente, s'il est possible, les changemens qu'une ou plusieurs de ces grandes chaînes de montagnes devaient produire en s'élevant tout à coup dans une partie du monde. Les plaines soulevées, inclinées, devaient déplacer violemment les eaux; celles-ci entraînant avec elles, les plantes et les animaux, en même temps qu'elles enlevaient une foule de matières inertes, allaient les déposer dans de nouveaux bassins formés par les parties les plus basses. C'est ainsi que se sont formées les diverses couches de la terre, c'est ainsi qu'ont été détruites les races d'animaux alors existantes.

Depuis long-temps M. de Buch, en étudiant les directions des couches redressées dans les grandes chaînes, avait vu que ces directions se maintenaient constantes assez généralement dans la même chaîne, mais que souvent elles variaient brusquement d'une chaîne à l'autre. Ce savant géologue avait regardé ce changement de direction comme un indice d'une différence d'âge et il distinguait en Allemagne quatre systèmes de montagnes d'âges différens.

D'autres géologues avaient fait ailleurs des distinctions semblables. On en était venu à ne plus regarder le massif des Alpes comme une chaîne unique, dont toutes les

parties fussent contemporaines. Le groupe du St-Gothard passait pour être plus récent que le Mont-Blanc, et son soulèvement était considéré comme plus moderne que la formation des dépôts tertiaires du bassin de Paris.

La théorie des soulèvemens était donc depuis longtemps dans la tête des géologues; mais elle ne s'était encore produite que sous la forme d'aperçus, lorsque M. Elie de Beaumont entreprit de la formuler nettement, et d'en faire des applications aux différentes chaînes de l'Europe, de manière à assigner à chacune d'elles une date précise.

Il remarqua qu'en général dans une chaîne de montagnes, le phénomène du redressement n'atteint pas toutes les couches de sédiment qu'on observe sur ses pentes, mais que certaines couches superficielles conservent l'horizontalité, tandis que les autres couches inférieures sont redressées. Il établit comme caractère d'une chaîne d'un seul jet ou d'un système de montagnes dont toutes les parties sont contemporaines, ce fait que le redressement s'y arrête toujours brusquement au même terme, affectant constamment toutes les couches inférieures, tandis que les couches supérieures se montrent toujours horizontales. L'époque du soulèvement de cette chaîne, correspond à l'intervalle de temps qui a séparé la formation de la dernière couche redressée de celle de la première couche horizontale. Car toutes les couches redressées sont nécessairement plus anciennes que le soulèvement qui a produit leur redressement; et toutes les couches horizontales sont postérieures à ce soulèvement, puisqu'il n'a pas changé leur direction. Ainsi

c'est la limite entre la dernière couche redressée et la première couche horizontale qui la recouvre, qui sert à déterminer l'âge relatif des chaînes de montagnes. Dans toutes les montagnes contemporaines, cette limite est constante; elle varie toujours lorsqu'on passe d'une chaîne à une autre plus ancienne ou plus récente.

Faisons ici quelques applications.

Dans les chaînes de la Côte-d'Or, en France, de l'Erzgebirge en Saxe, toutes les couches sont redressées jusqu'à celles des terrains jurassiques; toutes les autres couches à partir de celles des terrains crétacés sont horizontales. Donc le système de la Côte-d'Or et celui de l'Erzgebirge sont contemporains, et ont été soulevés entre la formation des terrains jurassiques et celle du terrain de craie.

Dans les Pyrénées et les Apennins, le redressement va jusqu'à la craie inclusivement, et l'horizontalité se remarque dans toutes les couches tertiaires : donc les Pyrénées et les Apennins ont été soulevés entre la formation de la craie et celle du sol tertiaire. Ces deux chaînes sont donc plus récentes que celles de la Côte-d'Or et de l'Erzgebirge.

Le soulèvement des Alpes occidentales comprenant le Mont-Blanc, a eu lieu entre la formation des terrains tertiaires moyens et celle des terrains tertiaires récens; celui des Alpes orientales ou de la chaîne principale qui s'étend du Mont-Blanc à la Hongrie, a eu lieu vers la fin de la période tertiaire. Elle est donc plus récente.

C'est en procédant ainsi que M. Elie de Beaumont a déjà reconnu treize époques de soulèvement, et par con-

séquent treize systèmes de montagnes d'âges différens en Europe. Il est probable qu'à mesure que les observations se multiplieront, on en découvrira encore beaucoup d'autres.

Des classifications minéralogiques.

Avant d'exposer ici succinctement les principales classifications minéralogiques, il nous paraît indispensable de bien définir ce que dans cette partie de l'histoire naturelle, on doit entendre par les mots *individu* et *espèce*, qui sont le point de départ, et en dernière analyse, le point d'arrivée de toute classification. Dans le règne organique, la définition de ces deux mots ne présente aucune difficulté, chaque être végétal ou animal constituant un individu, puisqu'il forme un corps parfaitement distinct et isolé. L'espèce est la succession des individus qui se ressemblent par l'ensemble de leurs caractères, et qui, par le moyen de la génération se reproduisent toujours de la même manière.

Ces deux définitions, ainsi qu'il est facile de le reconnaître, ne peuvent être appliquées aux minéraux, formant des masses souvent continues, et dans lesquelles il n'y a rien de comparable à la génération des êtres vivans. C'est donc d'après d'autres considérations que doivent être formées les idées d'individu et d'espèce.

Pour résoudre ce problème, rappelons-nous bien la nature et l'origine des substances minérales. Ce sont, comme nous l'avons déjà dit, des corps isolés, ou plus souvent des masses formées par des corps simples,

élémentaires, ou résultant de la combinaison des corps élémentaires entre eux. Ces corps élementaires sont de deux sortes : les uns électro-négatifs, les autres électro-positifs. Les combinaisons ne se font pas indistinctement entre ces corps. C'est ainsi, par exemple, qu'entre ceux d'une même électricité, et surtout entre les divers corps électro-positifs, il y a rarement combinaison. Cette combinaison s'opère, au contraire, facilement entre les corps jouissant d'une électricité différente: ainsi entre les corps électro-négatifs et les corps électro-positifs. Les premiers ont reçu le nom de minéralisateurs, à cause de l'action puissante qu'ils exercent sur les autres qu'on a nommés minéralisables ou bases. Cette combinaison entre les principes élémentaires des corps, peut se faire à différens degrés, mais toujours dans des *proportions* qui sont rigoureusement *définies* pour chaque espèce de combinaison, et dont les nombres sont dans une proportion arithmétique croissante.

La théorie atomique, si bien développée par MM. Dalton et Berzélius, rend très-facilement raison de ces faits et des autres analogues. Cette théorie admet en principe, que chaque corps élémentaire est composé de particules similaires ou d'*atomes* qui ont tous le même poids, mais qui varie dans les différens corps élémentaires. Quand deux corps se combinent, cette combinaison a lieu entre deux atomes, mais dans des proportions différentes. Ainsi quelquefois, il y a un atome du corps minéralisateur, et un atome de base; deux atomes du corps minéralisateur pour un de base, trois atomes du premier pour un seul atome du dernier. Ces atomes

combinés constituent les atomes ou molécules constituantes du corps composé.

Le mot *individu* dans la science qui nous occupe, ne saurait être précisé aussi rigoureusement que dans le règne organique. En effet, les substances minérales étant des masses qui peuvent être divisées indéfiniment sans être détruites, pour descendre jusqu'à l'*individualité* il faut nécessairement arriver jusqu'à la molécule intégrante, qui ne peut être décomposée qu'en élémens hétérogènes. Mais néanmoins les minéralogistes se sont arrêtés à une définition rigoureuse, et ils appellent individu *toute agrégation de molécules identiques, quel que soit d'ailleurs le volume sous lequel elle se présente.* D'après cette définition, l'espèce minéralogique est *une collection de corps identiques par la nature, les proportions et l'arrangement de leurs élémens, quelle que soit la forme sous laquelle ils se présentent.* Ainsi, par exemple, la chaux carbonatée, ou la combinaison de l'acide carbonique avec l'oxide de calcium ou la chaux, est une espèce minérale. Chaque fois que nous trouverons un corps, n'importe sa texture, sa couleur, sa forme même, qui sera composé d'acide carbonique et de chaux, nous dirons qu'il appartient à l'espèce de la chaux carbonatée. Ainsi le spath calcaire cristallisé; le marbre blanc saccharoïde, la pierre calcaire qui sert à lithographier, le calcaire grossier qui, à Paris, sert à la construction des édifices, la craie, etc., qui se montrent à nous sous des aspects si différens, constituent par leur ensemble l'espèce qu'on nomme chaux carbonatée. Mais en vertu des différences remarquables que ces corps

présentent, on en a fait des divisions de l'espèce auxquelles on a donné le nom de *variétés*. Le marbre blanc, la craie, le calcaire grossier, etc., sont des variétés de l'espèce chaux carbonatée. Ainsi, les variétés sont *des collections d'individus identiques par la nature de leurs élémens, mais différens par leurs caractères extérieurs.*

Quelques minéralogistes ont joint à la définition que nous venons de donner de l'espèce, un autre caractère emprunté de la force primitive, en disant qu'elle se composait de la réunion de tous les individus ayant la même forme cristalline primitive, et la même composition dans leurs élémens. Cependant cette addition a plutôt nui qu'elle n'a servi à la clarté et à la généralité de la définition, parce qu'il n'y a point une corrélation rigoureuse entre ces deux caractères. En effet, il résulte des belles expériences de MM. Mitscherlich et Beudant que la forme cristalline dépend d'une manière plus immédiate du nombre et de l'arrangement des atomes que de leur nature particulière. Ainsi, des corps composés d'élémens différens, mais d'atomes en nombre égal, et réunis de la même manière ont en général des formes presque identiques; ce qui dépend de ce que les diverses bases au même degré d'oxidation ayant des formes analogues, les communiquent aux composés dans lesquels elles se combinent avec un acide. C'est à ces oxides ayant la même forme, malgré la différence de nature de leurs élémens, qu'on a donné le nom de *bases isomorphes*, et qui ont la propriété de pouvoir se suppléer mutuellement dans une combinaison, sans altérer sensiblement sa

forme cristalline. La chaux, la magnésie, le deutoxide de cuivre, les protoxides de manganèse, de fer, de cobalt, etc., sont *isomorphes*. Il résulte de là que tous les sels provenant de la combinaison d'un acide avec l'une de ces bases auront sensiblement la même forme. Ainsi, par exemple, les carbonates de chaux, de magnésie, de fer, de cobalt, de zinc, ont une forme sinon parfaitement identique, du moins tout à fait analogue.

Nous n'avons pas besoin de dire qu'en minéralogie, de même que dans les autres branches de l'histoire naturelle, en groupant les *espèces* on a formé des *genres;* en groupant les genres on est arrivé aux *ordres*, *classes* ou *familles*. Cependant nous ne quitterons pas ce sujet, sans faire une remarque assez importante, c'est qu'en minéralogie l'idée de l'espèce étant beaucoup plus généralisée, correspond plutôt à l'idée de genre adoptée dans la botanique et la zoologie, tandis que les variétés sont analogues aux espèces dans ces deux dernières sciences. Aussi tandis que dans les végétaux et les animaux, le nombre des espèces est tellement considérable, que dans les premiers, par exemple, on peut l'évaluer jusqu'à 70 ou 80 mille, dans les minéraux, au contraire, qui offrent cependant un si grand nombre de variétés, on compte à peine plus de deux cents espèces distinctes les unes des autres.

Les classifications minéralogiques peuvent être rapportées à quatre ordres : 1° elles sont uniquement fondées sur les caractères extérieurs; 2° elles reposent à la fois sur les caractères extérieurs et sur la composition chimique; 3° cette dernière leur sert uniquement de base;

4° enfin, ces classifications peuvent emprunter leurs principaux caractères de la forme cristalline des molécules intégrantes. Disons quelques mots de chacun de ces systèmes, en citant quelques-uns des minéralogistes qui les ont suivis.

§ Ier. *Classifications minéralogiques fondées sur les caractères extérieurs.*

Les caractères extérieurs des minéraux, fournissent sans contredit d'excellens signes pour distinguer les diverses espèces minérales. Mais ces caractères sont-ils assez constans, d'une importance assez grande, pour pouvoir être généralisés, et servir *seuls* à la classification des minéraux; non, sans doute; cependant quelques auteurs, Cronstedt et Brunner, par exemple, ont fondé leurs systèmes uniquement d'après cette base. Aussi, ces classifications sont-elles aujourd'hui totalement abandonnées. Nous ferons seulement remarquer ici que Cronstedt est le premier qui ait divisé les minéraux en terres, sels, bitumes et métaux, division que nous verrons adoptée, avec de très-légères modifications, par le plus grand nombre des autres minéralogistes.

Brunner adopte cette division des matériaux en quatre classes. Chacune d'elles est ensuite partagée en ordres, d'après les caractères de la texture qui peut être terreuse, écailleuse, feuilletée, fibreuse, etc.

§ II. *Classifications minéralogiques fondées sur les caractères extérieurs et sur la composition chimique.*

Les méthodes minéralogiques qui appartiennent à la seconde division sont celles qui ont à la fois pour bases et les caractères extérieurs et la composition chimique. Nous citerons particulièrement ici les systèmes de Werner et de Hausmann.

Werner, que l'on considère à juste titre comme le père de la *Géologie*, a exercé aussi une influence puissante sur les progrès de la minéralogie, à cause de l'esprit d'observation qu'il a su introduire dans l'étude de cette science. Les nombreux élèves qui venaient de toutes les parties du monde civilisé, entendre ses savantes leçons, à Freyberg, en Saxe, ont répandu ses principes et propagé sa méthode qui, pendant long-temps, a dominé dans la science. Voici le tableau de sa classification :

Méthode de Werner.

PREMIÈRE CLASSE : FOSSILES TERREUX.

1er	*Genre.*	Diamant.
2e	—	Zirconien.
3e	—	Siliceux.
4e	—	Argileux.
5e	—	Magnésien.
6e	—	Calcaire.
7e	—	Barytique.

8e *Genre.* Strontianien.
9e — Hallite.

2e Classe : FOSSILES SALINS.			3e Classe : FOSSILES INFLAMMABLES.		
1er	*Genre.*	Carbonates.	1er	*Genre.*	Soufre.
2e	—	Nitrates.	2e	—	Bitumineux.
3e	—	Muriates.	3e	—	Graphite.
4e	—	Sulfates.	4e	—	Résineux.

4e Classe : FOSSILES MÉTALLIQUES.

1er	*Genre.*	Platine.	12e	*Genre.*	Tellure ou sylvane.
2e	—	Or.	13e	—	Manganèse.
3e	—	Mercure.	14e	—	Nickel.
4e	—	Argent.	15e	—	Cobalt.
5e	—	Cuivre.	16e	—	Arsenic.
6e	—	Fer.	17e	—	Molybdène.
7e	—	Plomb.	18e	—	Scheelium ou tungstène.
8e	—	Étain.	19e	—	Titane ou menak.
9e	—	Bismuth.	20e	—	Urane.
10e	—	Zinc.	21e	—	Chrôme.
11e	—	Antimoine.	22e	—	Cérium.

En consultant le tableau que nous en présentons ici, on voit que Werner a partagé toutes les substances mi-

nérales en quatre classes, savoir : les fossiles ou *minéraux terreux;* les *sels*; les *combustibles* et les *métaux;* c'est-à-dire que cette division repose sur la nature chimique. Les genres formés dans chaque classe, ont la même considération pour base, et c'est dans la distinction et le groupement des espèces que le célèbre professeur de Freyberg emploie les caractères extérieurs. Mais cependant un examen attentif de cette méthode, surtout quand on parcourt la série des genres et des espèces, prouve que fréquemment Werner s'est écarté lui-même des principes de sa classification. Ainsi, par exemple, le diamant se trouve parmi les terres, bien que sa composition chimique lui assigne une place dans la troisième classe : celle des fossiles inflammables. On voit, dans ce cas, que Werner, qui avait mieux qu'aucun autre auteur avant lui étudié les caractères extérieurs des minéraux, s'était laissé entraîner par les rapports que ces caractères dans le diamant présentent avec ceux du Zircon, pour les rapprocher l'un de l'autre, malgré les différences qu'ils offrent quant à leur nature chimique.

Werner faisait une classe particulière pour les sels; cependant nous trouvons la plupart des corps salins dispersés dans les autres classes. Ainsi, le gypse, la chaux fluatée, sont rapportés au genre *calcaire* dans la première classe. La plupart des sels métalliques sont placés dans les genres de leurs métaux respectifs. Enfin, dans une foule de circonstances, Werner oublie la composition chimique des corps, qui doit distinguer ses classes, pour les disposer d'après leurs caractères extérieurs. Aussi cette classification est-elle aujourd'hui tout-à-fait aban-

donnée, et ce n'est pas par elle, mais bien par ses nombreuses recherches, son esprit éminemment observateur, que son auteur a rendu de si grands services aux sciences minéralogiques.

Hausmann, professeur de minéralogie à Gœttingue, a publié un système de minéralogie, dont les classes et les ordres principaux ont leurs caractères tirés de la composition chimique, mais sont ensuite disposés dans chacun de ces ordres d'après les caractères extérieurs. Quoique cette classification soit de beaucoup supérieure à celle de Werner, surtout dans la partie chimique, qui a été suivie et appliquée avec beaucoup plus de rigueur, cependant elle prouve quand on l'étudie dans ses détails, qu'il n'y a pas une corrélation exacte entre ces deux sources de caractères, et qu'en les employant simultanément on est à chaque instant forcé de rapprocher des substances qui souvent n'ont entre elles qu'une bien faible analogie.

§ III. *Classifications minéralogiques fondées uniquement sur la composition chimique.*

Nous arrivons maintenant aux systèmes purement chimiques, qui sont sans contredit ceux qui présentent la plus grande précision et la base la plus solide pour l'arrangement méthodique des substances minérales. Sans parler du système de Karsten, qui le premier tira tous ses caractères des propriétés chimiques des minéraux, et qui fut d'une si grande amélioration dans la

science. Nous ne nous occuperons ici que des classifications de Haüy et de MM. Berzélius et Beudant.

La méthode de Haüy a paru en 1803, dans la première édition de son traité de minéralogie. Toutes les substances minérales y sont rangées en quatre classes (*) 1° Les substances acidifères; 2° les substances terreuses; 3° les substances combustibles non métalliques; 4° les substances métalliques. Chacune de ces classes est ensuite subdivisée en un certain nombre d'ordres. Ainsi la première, celle des substances acidifères comprend qua-

---

(*) CLASSIFICATION MINÉRALOGIQUE DE HAUY. (ANNÉE 1803.)

—

Première classe : *substances acidifères.*

1er Ordre. — Substances acidifères libres (ou acides).
2e Ordre. — Substances acidifères terreuses (ou sels terreux).
3e Ordre. — Substances acidifères alcalines (ou sels alcalins).
4e Ordre. — Substances acidifères alcalino-terreuses.

Deuxième classe : *substances terreuses.*

Troisième classe : *substances combustibles non métalliques.*

1er Ordre. — Combustibles simples.
2e Ordre. — Combustibles composés.

Quatrième classe : *substances métalliques.*

1er Ordre. — Non oxidables immédiatement.
2e Ordre. — Oxidables et réductibles immédiatement.
3e Ordre. — Oxidables mais non réductibles immédiatement.

A. Sensiblement ductiles.
B. Non ductiles.

tre ordres : celui des acides libres, celui des sels à base terreuse, celui des sels à base d'alcali, et enfin les sels à base double d'alcali et de terre. Dans chaque ordre se trouvent réunis un nombre plus ou moins considérable de genres, suivant la nature de la base. Ainsi dans le second ordre on voit les genres chaux, baryte, strontiane, magnésie, alumine, etc. Leurs espèces sont distinguées d'après la nature de l'acide, et dans le genre chaux se trouvent les espèces chaux carbonatée, chaux sulfatée, chaux nitratée, etc.

Telle est la classification minéralogique que le célèbre Haüy avait présentée dans la première édition de son traité de minéralogie publiée en 1803. Mais depuis cette époque la chimie avait fait d'immenses progrès ; la belle découverte de Davy sur la natnre des alcalis et des terres ; les idées lumineuses de M. Berzélius sur l'action minéralisante que la silice et quelques autres corps comme les oxides de tantale, de titane, etc., exercent dans les combinaisons dont ils font partie ; la théorie atomique, etc., avaient entièrement changé la face de la chimie. Aussi dans une seconde édition publiée en 1822, Haüy avait-il cru devoir apporter de très-grands changemens dans sa classification. C'est ainsi qu'il supprime sa classe de substances terreuses, et qu'il ne laisse dans la classe des substances acidifères, que les acides qu'on trouve libres dans la nature. De cette manière toutes les substances minérales forment quatre grandes classes, celle des acides, deux pour les métaux et celle des combustibles non métalliques. Eclairé par la chimie moderne sur la nature métallique des terres et des alcalis, il en fait une classe

sous le nom de *métaux hétéropsides*, parce qu'ils ne se présentent jamais sous la forme connue et avec l'éclat particulier des métaux proprement dits, qu'il nomme *métaux autopsides*, et dont il forme sa troisième classe. Les substances combustibles non métalliques constituent la quatrième classe; mais le savant cristallographe n'y a laissé que le soufre, le diamant, l'anthracite et le mellite; reportant dans un appendice annexé à cette classe les bitumes, la houille, le jayet et le succin, matières qui paraissent être plus végétales que minérales.

Tableau de la classification minéralogique de Haüy (année 1822).

Ire Classe : ACIDES LIBRES.

IIe Classe : MÉTAUX HÉTÉROPSIDES.

Divisés en huit genres, d'après la nature des bases.

IIIe Classe : MÉTAUX AUTOPSIDES.

1er ORDRE : non oxidables immédiatement; si ce n'est à un feu tres-violent; et réductibles immédiatement.

2e ORDRE : oxidables et réductibles immédiatement.

3e ORDRE : oxidables mais non réductibles immédiatement.

A. Sensiblement ductiles.
B. Non ductiles.

IVe Classe : SUBSTANCES COMBUSTIBLES NON MÉTALLIQUES.

Divisées en quatre espèces.

APPENDICE : SUBSTANCES PHYTOGÈNES.

Le nouveau système de minéralogie de M. Berzélius a été connu en France en 1819, par la traduction qui en a été publiée sous les yeux de l'auteur lui-même.

Il partage toutes les substances minérales en deux grandes séries ; dont l'une beaucoup plus considérable comprend les substances minérales proprement dites, c'est-à-dire les corps simples ou les corps combinés d'après le principe de la composition inorganique, dans lesquels les atomes composés du premier ordre ne contiennent que deux élémens; et dont l'autre comprenant les substances fossiles d'origine organique, renferme les corps composés d'après le principe de la composition organique, c'est-à-dire ceux dont les molécules composés du premier ordre contiennent plus de deux élémens; à cette série appartiennent tous les combustibles non métalliques, moins le soufre et le diamant qui sont des corps simples.

La première classe se divise en trois ordres, savoir : 1° les *métalloïdes* ou corps combustibles simples non métalliques : tels sont le soufre, le carbone, l'hydrogène, etc.; 2° les *métaux électro-négatifs*, ou ceux dont les oxides tendent plutôt à jouer le rôle d'un acide que celui d'une base, dans leurs combinaisons avec d'autres corps oxidés ; 3° les *métaux électro-positifs* ou ceux qui forment plus spécialement des bases. Ce dernier ordre est lui-même subdivisé en deux tribus, la première con-

tenant les métaux dont les oxides se laissent réduire au moyen du charbon, c'est-à-dire les métaux anciennement connus ou les métaux *autopsides* de Haüy; la seconde, les métaux qui ne se laissent pas réduire par les moyens ordinaires et qui sont les radicaux des alcalis et des terres. La silice qui dans toutes les classifications avait présenté tant de difficultés, est placée par M. Berzélius (*) parmi les métaux électro-négatifs à la suite du titane.

Dans chacun de ces ordres chaque corps simple forme une famille qui ensuite se subdivise en autant d'espèces

---

(*) CLASSIFICATION DE M. BERZELIUS. (ANNÉE 1819.)

PREMIÈRE CLASSE.

Corps simples ou composés, dont les atomes composés du premier ordre ne contiennent que deux élémens.

A. Oxigène.

B. Combustibles.

1er Ordre : MÉTALLOIDES.

FAMILLES : Soufre, Radical muriatique, Carbone, etc.

2e Ordre : MÉTAUX ÉLECTRO-NÉGATIFS.

FAMILLES : Arsenic, Chrome, Molybdène, Silicium, etc.

3e Ordre : MÉTAUX ÉLECTRO-POSITIFS.

1re Tribu. — Métaux réductibles par les moyens ordinaires.

FAMILLES : Iridium, Platine, Or, Mercure, etc.

2e Tribu. — Métaux non réductibles par les moyens ordinaires.

FAMILLES : Zirconium, Aluminium, Yttrium, Magnésium, etc.

qu'elle offre de combinaisons différentes. L'auteur a disposé ces familles de manière à ce que, commençant par l'oxigène, qui est le corps le plus éminemment électro-négatif, elles passent successivement jusqu'au potassium qui est le plus électro-positif. Quant aux espèces, l'auteur admet qu'elles doivent être composées des mêmes élémens et dans les mêmes proportions, et que la plus petite addition d'une substance appartenant essentiellement à la combinaison, doit déterminer la formation d'une espèce nouvelle.

L'examen rapide de la méthode minéralogique de M. Berzélius, auquel nous venons de nous livrer, nous montre entre elle et celle de Haüy de très-grands rapports. En effet les principes sont les mêmes, et les groupes que M. Berzélius appelle *familles*, correspondent exactement aux *genres* du minéralogiste français; seulement la disposition de ces groupes varie dans les deux méthodes, parce que les deux auteurs ont pris une base différente.

Mais cette classification du célèbre chimiste suédois a été plus récemment modifiée par lui-même dans un mémoire spécial publié en 1825 (*Annales des sciences natu-*

Deuxième classe.

Corps composés, dont les atomes composés du premier ordre contiennent plus de deux élémens.

Tourbe, Succin, Naphte, Asphalte, Houille et sels d'Ammoniaque.

Chacune de ces substances appartiennent à autant de genres contenant chacun plusieurs espèces.

relles, *tom.* 5, *p.* 235). Ce sont les changemens que la belle découverte de M. Mittscherlich de l'isomorphie d'un grand nombre de substances minérales, a introduits dans la distinction de beaucoup d'espèces, qui ont engagé M. Berzélius à présenter une nouvelle classification minéralogique. Nous emprunterons à l'auteur lui-même l'exposition de cette nouvelle classification.

J'ai démontré, dans un précédent essai, dit ce savant, que les produits du règne minéral sont les mieux rangés sous les rapports électro-chimiques de leurs élémens, et qu'ils peuvent être places d'après leur principe le plus électro-positif ou les plus électro-négatif. Chacune de ces méthodes a ses avantages, et on les emploie également bien. J'ai cependant donné la préférence, dans mon ancien essai d'un système chimique de minéralogie, à celle qui groupe les familles d'après les élémens électro-positifs. Je me fondais sur ce que la plupart des substances électro-positives impriment à leurs combinaisons avec les négatives des caractères particuliers qui se conservent plus ou moins bien dans tous les minéraux où ils se trouvent : tels sont le plomb, le cuivre, le cobalt, le nikel, le fer, la baryte, etc.; et comme ces composés sont souvent l'objet de travaux ayant pour but d'en extraire une pareille substance électro-positive, il me parut que la commodité pour l'application de la science à la pratique, qui résulte de ce que les combinaisons de ces métaux forment des classes séparées, devait compenser la commodité qui n'est pas non plus à dédaigner, de l'autre classification, où, par exemple, tous les sulfures

métalliques sont, comme tous les silicates, rangés ensemble. On ne pressentait pas alors les difficultés que devait faire naître l'échange qui a lieu entre les corps isomorphes. En considérant les modifications que cette circonstance, maintenant constatée doit introduire dans l'ordonnance systématique, il saute d'abord aux yeux que là où les échanges isomorphes sont les plus fréquens, la classification doit être, sinon impossible, du moins beaucoup plus difficile. Les excellens travaux de M. Mitscherlich ont fait reconnaître que ces substitutions peuvent avoir lieu entre les corps électro-négatifs comme entre les positifs sans changer la figure des cristaux; mais, dans les combinaisons que présente le règne minéral, on trouve de fréquens échanges entre les corps positifs les plus communs, tandis que parmi les négatifs on n'en a encore découvert que dans les acides phosphorique et arsenique, qui sont plus rares. S'il se présentait aussi fréquemment dans le règne minéral, des corps négatifs isomorphes, avec le soufre ou avec la silice, l'une et l'autre classification offriraient les mêmes difficultés. Il doit donc y en avoir moins à ranger les corps d'après leur principe électro-négatif. Toutefois, lorsqu'on veut y placer les combinaisons variables par l'isomorphisme des bases, on rencontre les mêmes difficultés pour les ranger entre elles, que dans la classification d'après l'élément le plus électro-positif; mais là ces difficultés sont de moins d'importance. J'ai, d'ailleurs, fait voir, dans mon ancien essai, non-seulement que la disposition électro-négative a beaucoup d'avantages, mais aussi que, dans cette méthode, toutes les combinaisons

oxigénées étant rangées sous l'oxigène, la première classe de la minéralogie, celle qui est purement inorganique, y est subdivisée en deux parties, dont l'une comprend les minéraux oxidés, et l'autre ceux qui ne le sont pas.

Dans tous les anciens systèmes, y compris ceux de Werner et Haüy, on a tâché de conserver l'avantage qui résulte de la classification d'après l'élément positif. Chaque métal proprement dit, y compose une famille qui embrasse toutes ses combinaisons. Il faut renoncer à cet avantage, dans la classification d'après le principe négatif. Plus d'un minéralogiste n'aimera peut-être pas chercher le fer, le cuivre, l'argent, dans plusieurs familles où ils se trouvent dispersés. Je dois donc faire voir comment la classification d'après l'élément positif peut s'adapter aux échanges isomorphes. Ainsi que chaque base a son sulfate, de même et tout aussi bien les composés grenat, tourmaline, pyroxène, peuvent être placés sous plusieurs bases; alors les noms alun, grenat, tourmaline, ne désignent plus des espèces minéralogiques, ils indiquent seulement, ce qui est aussi plus juste, des modes de combinaison. Mais l'échange des bases en proportions indéfinies dans les composés, jette cependant de l'incertitude sur la place qu'on doit assigner à tel ou tel grenat. Quelquefois il peut être également bien placé en plusieurs endroits; ce qui prouve toujours un vice dans le principe de la classification. Ainsi, quelque méthode qu'on adopte, on ne pourra pas éviter, en suivant strictement le principe, de rencontrer quelque chose qui choque par sa nouveauté; mais je dois ajouter

qu'une chose, pour nous paraître nouvelle, ne doit pas être rejetée comme fausse.

Il me semble donc démontré : 1° que lorsqu'il se présente des minéraux à substitution isomorphe, il n'est pas possible, dans l'état actuel de nos connaissances, de déterminer, d'une manière satisfaisante, quels sont ceux qui composent des espèces minéralogiques; et 2° que ces échanges ayant lieu principalement entre les principes électro-positifs des minéraux, leur classification d'après le principe le plus positif ne peut être employé sans de grandes difficultés.

Dans un système qui coordonne les minéraux d'après leur élément le plus négatif, les combinaisons où les bases isomorphes se remplacent, peuvent être naturellement rangées l'une auprès de l'autre, et il importe moins qu'on sépare ou non les minéraux en espèces différentes, pourvu qu'on sache ce qui n'est pas parfaitement identique; et que dans la description spéciale du système, on indique les limites, et qu'on montre que ces espèces peuvent varier à l'infini lorsqu'on suit strictement la classification électro-négative; les composés, surtout dans les grandes familles, se rangent d'une manière si frappante dans l'ordre de leurs caractères extérieurs, qu'ils n'auraient pu l'être mieux d'après le système de Werner, où cette analogie des caractères extérieurs était le principe dominant; circonstance qui doit certainement beaucoup favoriser l'adoption de cette méthode.

Je vais essayer de ranger les minéraux d'après leur élément négatif, en conversant leur grande division en

deux classes : celle des minéraux de composition inorganique, et celle de composition organique. La première comprend dix-huit familles, qui se suivent, depuis la plus positive jusqu'à la plus négative, dans l'ordre suivant : fer, cuivre, bismuth, argent, mercure, palladium, platine, osmium, or, tellure, antimoine, arsenic, carbone, azote, sélénium, soufre, oxigène et chlore. Les huit premières ne se composent que d'une ou deux espèces, mais les suivantes en comprennent un grand nombre, et sous l'oxigène sont rangés tous les minéraux oxidés. Il ne m'a point paru qu'il pût être commode ou utile de subdiviser ces dix-huit familles, et la distinction entre les corps oxidés ou inoxidés s'ensuit d'elle-même. La place assignée au chlore, à la suite de l'oxigène, est une déviation de l'ordre strict qui peut être défendu, par la raison que le chlore chasse l'oxigène des bases mêmes les plus fortes, et n'est chassé par l'oxigène que des bases les plus faibles; mais le chlore, dans les acides qu'il forme, est positif relativement à l'oxigène, et devrait par conséquent le précéder. Si je l'ai placé ici après l'oxigène, c'est parce que cette dernière famille se termine par des sels, et que celle du chlore n'est presque composée que de sels. Si l'iode venait à appartenir au règne minéral, je le placerais entre l'oxigène et le chlore.

Nouvelle classification des minéraux d'après leur élément le plus électro-négatif, par M. Berzélius (année 1825).

—

Ire Classe : Minéraux composés à la manière des substances inorganiques :

1re Famille : FER.
Fer météorique.

2e Famille : CUIVRE.
Cuivre natif.

3e Famille : BISMUTH.
Bismuth natif.

4e Famille : ARGENT.
Argent natif.

5e Famille : MERCURE.
Mercure natif.
Amalgame.

6e Famille : PALLADIUM.
Palladium natif.

7e Famille : PLATINE.
Platine natif.

8e Famille : OSMIUM.
Osmiure d'iridium.

9e Famille : OR.
Or natif.
Or argentifère.

10e Famille : TELLURE.
Tellure natif.

Tellurure.

11e Famille : ANTIMOINE.

Antimoine natif.

Argent antimonial.

12e Famille : ARSENIC.

Arsenic natif.

Arseniures.

13e Famille : CARBONE.

Diamant.

Houille.

Anthracite.

Carbures.

14e Famille : AZOTE.

Gaz azote.

15e Famille : SÉLÉNIUM.

Séléniures.

16e Famille : SOUFRE.

Soufre natif.

Sulfures.

Sulfo-arseniures.

17e Famille : OXIGÈNE.

Gaz oxigène.

Oxides.

Aluminates.

Silicates.

Silicio-aluminates.

Oxide de titane.

Titanates.

Silicio-titanates.

Tantalates.
Acides et toutes leurs combinaisons.

18e Famille : CHLORE.
Chlorures.

IIe CLASSE : Minéraux composés à la manière des substances organiques dont ils paraissent tirer leur origine.

A. *Substances organiques peu changées :*
Terreau.
Tourbe.
Lignite.
Dusodyle.

B. *Résines fossiles :*
Ambre jaune.
Retinasphalte.
Bithume élastique.

C. *Huiles fossiles :*
Naphte.
Pétrole.

D. *Bitumes :*
Bitume.
Asphalte.

E. *Houille :*
Houilles de plusieurs variétés.

F. *Sels :*
Mellite.
Fer oxalaté.

M. Alex. Brongniart a exposé à l'article MINÉRALOGIE du Dictionnaire des sciences naturelles, une méthode de classification qui, pour l'ensemble, est à peu près la même que celle de M. Berzélius, dont elle s'éloigne seulement dans quelques parties de détails. Voici le tableau de cette classification.

TABLEAU

DE LA CLASSIFICATION DE M. BRONGNIART. (ANNÉE 1824.)

—

PREMIÈRE SÉRIE.

Corps inorganiques homogènes ou d'apparence homogène. Ce sont les *minéraux simples* et les *roches homogènes.*

PREMIÈRE DIVISION.

Minéraux dont les molécules de premier ordre ne sont composés que de deux élémens.

Ire CLASSE. — LES MÉTALLOÏDES.

1er Ordre : Métalloïdes gazeux.

Genres : Chlore.
Hydrogène.

2e Ordre : Métalloïdes solides, infusibles et volatiles.

Genres : Soufre.
Sélénium.

Arsenic.
Tellure.

3e Ordre : Métalloïdes solides, infusibles et fixes.

Genres : Carbone.
Bore.
Silicium.

IIe CLASSE — LES MÉTAUX HÉTÉROPSIDES.

1er Ordre : Oxides insolubles.

Genres : Zirconium.
Aluminium.
Yttrium.
Glucium.

2e Ordre : Oxides un peu solubles.

Genres : Magnésium.
Calcium.
Strontium.
Baryum.

3e Ordre : Oxides très-solubles.

Genres : Lithium.
Sodium.
Potassium.

IIIe CLASSE. — MÉTAUX AUTOPSIDES.

1er Ordre : Electro-positifs.

Genres ; Cerium.
Manganèse.

Fer.
Cobalt.
Nickel.
Cuivre.
Urane.
Zinc.
Etain.
Bismuth.
Plomb.
Argent.
Mercure.

2° Ordre : Electro-négatifs.

Genres : Palladium.
Or.
Platine.
Titane.
Tantale.
Antimoine.
Schéélin.
Molybdène.
Chrôme.

DEUXIÈME DIVISION.

Minéraux dont les molécules du premier ordre sont composées de plus de deux élémens, à la manière des corps organiques.

Les sels d'ammoniaque.
Le mellate d'alumine hydraté,

Les bitumes.
Les charbons.

TROISIÈME DIVISION.

Roches d'apparence homogène, ou minéraux en masse qui ne peuvent se rapporter exactement à aucune espèce minérale.

1er Ordre : ROCHES TENDRES.

Kaolin.
Argile.
Marne.
Ocre.
Schiste.
Ampelite.
Wake.
Cornéenne.
Argillolite.

2e Ordre : ROCHES DURES rayant le verre.

Trapp.
Basalte.
Phtanite.
Petrosilex.
Obsidienne.
Ponce.
Thermantide.
Tripoli.

DEUXIÈME SÉRIE.

Roches hétérogènes, mélanges naturels, fréquens, constans et en masses étendues, d'espèces minérales de la première série.

L'étude de ces roches appartient à la géologie.

Les diverses classifications chimiques dont nous venons de parler (*), ont pris les bases pour former le caractère des familles ou genres établis dans leurs groupes primordiaux. Nous allons voir un minéralogiste plus récent, partir d'un autre principe, faire jouer aux corps minéralisateurs le rôle le plus important dans la classification, et arriver ainsi à une méthode tout-à-fait nouvelle. C'est ce qu'a tenté M. Beudant dans son traité de minéralogie, (1824 et 1830), et ce qu'il a exécuté avec autant de talent que de bonheur. Il a de plus cherché à perfectionner la classification des minéraux en y introduisant les principes de la méthode naturelle, depuis long-temps employée pour classer les végétaux et les animaux. Aussi cette classification qui, sans doute, est encore loin de la perfection a-t-elle obtenu la sanction presque générale des minéralogistes. Nous allons tâcher d'exposer ici les idées principales de l'auteur.

(*) A l'exception de la dernière de M. Berzélius. Mais la classification de M. Beudant avait paru en 1824 dans la première édition de ses élémens de minéralogie. Aussi M. Berzélius la mentionne-t-il dans le mémoire où il expose sa nouvelle classification et qui est de 1825.

M. Beudant définit l'individu et l'espèce en minéralogie, à peu près comme nous l'avons fait précédemment, c'est-à-dire en insistant pour l'espèce sur la réunion des mêmes élémens et en même proportion. Ainsi la composition chimique fournit les caractères fondamentaux de l'espèce. Pour réunir les espèces en genres, M. Beudant s'éloigne de la marche suivie par ses prédécesseurs, et au lieu de prendre les bases pour caractères, il choisit au contraire les corps minéralisateurs. Cette préférence est justifiée non-seulement par le rôle plus important que ces corps jouent dans les compositions, puisqu'ils changent entièrement la nature des corps avec lesquels ils se combinent, mais aussi parce que les minéraux groupés d'après ce principe, ont beaucoup plus de rapports entre eux, par l'ensemble de leurs caractères. M. Mitscherlich a fait voir que, dans les composés qui ont un même élément électro-négatif ou un même acide, les formes cristallines étaient presque constamment les mêmes.

Dans les classifications par les bases, on est obligé de réunir en un même genre toutes les combinaisons possibles de cette base. Ainsi, dans le genre chaux se trouvent réunies les espèces : chaux carbonatée, chaux sulfatée, chaux nitratée, chaux fluatée, arseniatée, etc. Or, à l'exception de la base qui est commune, il n'y a quelquefois, il faut en convenir, que bien peu de rapports entre ces différentes espèces. Si, au contraire, les corps minéralisateurs fournissent les caractères des genres, on aura des groupes dont les espèces auront beaucoup plus d'analogie entre elles. Ainsi dans le genre *carbonate*, par exemple, nous aurons non-seulement un minéralisateur commun,

l'acide carbonique, mais une analogie frappante dans la forme, la structure, la manière d'être générale. En effet, les carbonates de chaux, de zinc, de fer, de manganèse, etc., ont tous leurs formes cristallines appartenant au système rhomboédrique : par le clivage, ils donnent tous les rhomboèdres presque identiques; leurs formes irrégulières se présentent sous les mêmes aspects; en un mot, il y a des rapports évidens qui les réunissent ensemble. Nous pourrions en dire autant des autres genres, tels que les nitrates, les sulfates, etc.

Les genres ainsi formés d'après le principe minéralisateur, M. Beudant s'est occupé à grouper ces genres en familles, c'est-à-dire, en divisions d'un ordre supérieur, réunissant les genres qui avaient entre eux la plus grande analogie. La composition chimique a encore servi à former les familles. Pour cela, l'auteur prend comme base de chaque famille un principe ou élément chimique, sans attacher de distinction entre les élémens électro-négatifs et les élémens électro-positifs. Seulement ce principe doit être tel qu'il y ait la plus grande analogie entre les genres qu'il réunit. Prenons quelques exemples : le soufre, dans ses combinaisons diverses, forme le type de plusieurs genres distincts. Ainsi combiné avec les métaux, il constitue les sulfures; avec l'oxigène, les acides sulfureux et sulfurique, puis les sulfites et sulfates. Or, personne ne saurait nier l'analogie qui existe entre les genres soufre, sulfures, acides sulfureux et sulfurique, sulfites et sulfates. Eh bien, de la réunion de ces différens genres, ayant pour base un principe commun, le soufre, M. Beudant forme une famille à laquelle

il donne le nom de *Sulfides*. De même, les genres carbone, carbures, acide carbonique, carbonates, etc., qui ont un principe commun, seulement modifié, forment une autre famille nommée *Carbonides*, etc.

On voit que l'auteur s'est efforcé de suivre, autant que la nature des objets le permettait, la marche que les botanistes ont depuis long-temps adoptée dans la formation des genres et des familles. Aussi les groupes établis par M. Beudant sont-ils plus naturels, c'est-à-dire ayant entre eux une plus grande somme d'affinités et de caractères communs, que ceux qu'on avait jusqu'alors adoptés.

Il ne suffisait point d'avoir établi ces familles dont le nombre est de trente-quatre, il fallait encore les disposer dans un certain ordre, et de manière à conserver autant que possible, les analogies qui existent entre elles. Mais comme ces rapports entre les différens groupes sont complexes; que si, par un caractère, une famille se rapproche d'une autre, elle s'en éloigne souvent par plusieurs signes qui établissent son analogie avec d'autres familles. il résulte de là qu'en minéralogie, pas plus que dans les autres branches de l'histoire naturelle, la série linéaire des familles qu'on est obligé de suivre dans un ouvrage didactique ou pour la classification d'une collection, ne saurait représenter les affinités qui existent entre les différentes familles. C'est néanmoins la seule marche qu'il soit possible de suivre.

Le savant minéralogiste dont nous exposons ici la méthode, après avoir recherché avec soin les rapports qui lient les différentes familles du règne minéral entre elles,

a adopté les principes de la classification des corps simples, présentée par M. Ampère, pour grouper ces familles. Ainsi elles peuvent être divisées en trois groupes primordiaux : 1° ou bien les corps qui forment le type de chaque famille est gazeux, ou il peut produire des gaz permanens, en se combinant soit avec l'oxigène, soit avec l'hydrogène, le phtore ou fluor ; on leur a donné le nom général de *Gazolytes*. 2° Le second groupe ne contient que les familles dont les types ne forment jamais de gaz permanens, et qui avec les acides ne donnent naissance qu'à des solutions incolores, ce sont les *Leucolytes* ; 3° enfin dans le troisième groupe sont réunies les familles ne formant jamais de gaz permanens, et dont les solutions dans les acides sont colorées ; on leur donne le nom de *Chroïkolytes*.

Voici le tableau linéaire des familles minérales de M. Beudant, tel que ce minéralogiste a cru devoir le présenter, en conservant, autant que possible, les affinités principales des familles entre elles.

Classification minéralogique de M. Beudant.

1° GAZOLYTES.

Familles.	*Familles.*
Les silicides.	Les iodides.
Les borides.	Les osmides.

Les anthracides.
Les hydrogénides.
Les sulfurides.
Les phtorides.
Les chlorides.
Les sélénides.
Les tellurides.
Les phosphorides.
Les arsenides.

2° LEUCOLYTES.

Familles.

Les antimonides.
Les stannides.
Les zincides.
Les bismuthides.
Les hydrargyrides.

Familles.

Les argyrides.
Les plumbides.
Les aluminides.
Les magnésides.

3° CHROIKOLYTES.

Familles.

Les manganides.
Les siderides.
Les cobaltides.
Les cuprides.
Les uranides.
Les palladides.
Les platinides.

Familles.

Les aurides.
Les chromides.
Les molybdides.
Les tungstides.
Les titanides.
Les tantalides.

On doit distinguer deux choses dans la classification de M. Beudant : 1° la préférence accordée aux principes minéralisateurs sur les bases, pour servir de caractères aux genres; 2° la distribution de ces genres en familles naturelles.

Ces deux principes nous paraissent féconds en résultats pour le perfectionnement de la classification minéralogique. L'importance du premier est tellement évidente, que plusieurs des minéralogistes les plus célèbres, il nous suffira de citer ici MM. Berzélius et Brongniart, ont adopté cette base de classification, le premier dans la nouvelle méthode qu'il a proposée, et le second dans son tableau de la distribution méthodique des espèces minérales, publiée en 1828. Quant au groupement des genres en familles naturelles, il y a plus de dissidences à cet égard. Néanmoins nous croyons que les idées de M. Beudant, perfectionnées par de nouvelles découvertes, finiront par prévaloir comme les premières. La bonne voie est ouverte à la minéralogie, il ne s'agit plus maintenant que d'y persévérer, pour que cette partie de l'histoire naturelle soit au niveau des deux autres sous le rapport de la classification.

§ IV. *Classifications minéralogiques établies d'après les formes cristallines.*

Pour terminer tout ce qui a rapport aux méthodes minéralogiques, il nous reste à faire connaître celles de ces classifications dans lesquelles on a cherché à faire jouer le rôle le plus important à la forme cristalline dans l'arrangement des minéraux.

C'est Romé de l'Isle qui, le premier, a fait voir que la même substance, en cristallisant, présentait toujours non pas une forme unique, mais un même assemblage de formes, dont chacune était invariable dans ses angles, et qui toutes

pouvaient se ramener à un petit nombre de formes simples. Ainsi, le système de formes qui est propre au chlorure de soude (sel marin), se partage en plusieurs groupes, dans chacun desquels une même forme simple domine. On trouve, par exemple, du sel marin en cristaux cubiques complets, en cubes légèrement tronqués sur les angles, en cubes tronqués sur les arêtes, etc. : toutes formes qui diffèrent peu l'une de l'autre, qui toutes passent aisément au cube ou dérivent de la forme cubique. On a aussi pour la même substance un second groupe dans lequel c'est la forme octaédrique qui domine; un troisième dont toutes les formes portent l'empreinte du dodécaèdre rhomboïdal, etc. Ainsi toutes les formes du sel marin peuvent se ramener à un petit nombre de formes *simples* ou *dominantes*, qui sont le cube, l'octaèdre, le dodécaèdre rhomboïdal, etc. Mais il y a plus, c'est que ces formes simples passent les unes aux autres par des troncatures, ou si l'on veut par des décroissemens, et peuvent par conséquent être ramenées ultérieurement à une seule d'entre elles, qu'on peut appeler *forme primitive* ou *fondamentale*.

Si l'on passe du sel marin au carbonate de chaux, on trouve un système de formes tout différent; au sulfate de chaux un autre système de formes; au zircon encore un autre, etc. Cependant on ne parvient en dernière analyse qu'à six systèmes bien distincts entre lesquels se partagent toutes les substances connues.

On voit d'après cela que si tous les minéraux connus étaient cristallisés régulièrement, et qu'on voulût les diviser d'après leurs formes, il y aurait six grandes divi-

sions à établir dans leur ensemble. Mais on pourrait aller plus loin, et subdiviser chacune des classes, en tenant compte des angles. Ainsi, pour le système rhomboïdal, telle espèce aurait un rhomboïde fondamental de telle mesure, telle autre d'une mesure différente. Haüy a insisté sur ce moyen de spécification; mais il faut observer ici : 1° que les substances du système cubique y échappent, car toutes les formes de ce système (le cube, l'octaèdre régulier, etc.), ne peuvent pas varier dans la mesure de leurs angles; 2° que nous avons supposé tous les minéraux cristallisés, et, qui plus est, sous des formes nettes et distinctes, ce qui est loin de la vérité, puisque dans chaque espèce il y a un grand nombre de variétés qui ne présentent que des indices de cristallisation, et beaucoup d'autres qui n'en offrent pas du tout. La forme cristalline ne peut donc servir seule à distinguer les espèces minérales; le caractère que l'on en tire est d'une grande importance, quand il se montre, mais il n'existe pas toujours, et quand il existe, il n'est pas même décisif dans beaucoup de cas. La cristallisation est donc une propriété importante, mais qui n'est pas générale; une manière d'être que les substances minérales peuvent affecter, mais qu'elles ne présentent que rarement dans la série de leurs variétés. Ce caractère, ainsi que nous l'avons déjà dit précédemment, ne peut donc pas être mis sur la même ligne, que celui tiré de la composition chimique, car celui-ci est général, et s'étend à toutes les variétés de l'espèce.

Voyons maintenant quel parti ont tiré de ce caractère les différens auteurs de classifications minéralogiques.

Haüy, comme nous l'avons déjà exposé, est un de ceux qui lui ont attribué la plus grande valeur. Cependant, pour caractériser l'espèce, il le combine avec celui de la composition chimique.

Weiss est le premier des minéralogistes allemands qui ait accordé aux formes cristallines le degré d'importance que lui assigne Haüy. Le premier, il a donné une bonne classification des formes cristallines; il a reconnu les six systèmes cristallins, leur a donné des noms, assigné des caractères tirés de la considération des axes de cristallisation, cherché à les subdiviser. Cette partie de son travail diffère pour la forme, mais non pour le fond, de celui du cristallographe français. Tous deux font concourir le caractère tiré de la composition chimique, avec celui de la forme et avec les caractères secondaires de densité et de dureté. Aussi s'accordent-ils pour les espèces.

Mohs a donné une nouvelle théorie des formes cristallines, c'est-à dire qu'il a exposé différemment la dérivation des formes d'un même système; il a créé une nouvelle nomenclature pour ces formes, et une nouvelle notation. Sa théorie cristallographique est purement géométrique. Il a conçu tout différemment le *système minéralogique*. Selon lui, on ne doit faire servir à la classification que des caractères tirés des propriétés actuelles des corps, de celles qu'ils manifestent dans leur état naturel, avant toute altération de leur véritable nature, c'est-à-dire uniquement des caractères de formes, de couleurs, de tissu, d'arrangement de parties, etc., comme on le fait dans les autres règnes, en un mot, des carac-

tères physiques qu'il appelle caractères d'histoire naturelle. D'après ce principe, il exclut formellement les caractères chimiques, qui n'expriment, selon lui, que des propriétés dérivant d'un changement de nature. Il en résulte que dans son système, le caractère cristallographique a la prééminence; viennent ensuite les caractères tirés de l'éclat, de la pesanteur spécifique, de la dureté, de la structure, etc. L'auteur prétend que son système est tout-à-fait naturel (*).

Il partage tous les minéraux en trois grandes classes

(*) SYSTÈME DE MOHS.

—

Tous les minéraux sont subdivisés en trois classes, celles-ci en ordres, les ordres en genres, espèces, etc.

Ire Classe. — Pesanteur spécifique au-dessous de 3, 8. Point d'odeur bitumineuse; saveur quand ils sont solides.

1er *Ordre :* Gaz non acides, pesant. spécifique de 0,0001, à 0,0014.

2e *Ordre :* Eau.

3e *Ordre :* Acides, pesant. spécif. 0,0015 à 3,7.

4e *Ordre :* Sels, pesant. spécif. 1,2 à 2,9.

IIe Classe. — Pesanteur spécif. au-dessus de 1, 8. Insipide Cette classe est subdivisée en 13 ordres.

IIIe Classe. — Pesanteur au-dessous de 1, 8. Odeur bitumineuse quand ils sont liquides; sans saveur, quand ils sont solides. Elle comprend deux ordres, les résines et les charbons.

caractérisées par la différence de pesanteur spécifique. Chaque classe est divisée en ordres. Les genres sont principalement caractérisés par les différences tirées des systèmes de cristallisation cubique, rhomboédrique, etc.

Depuis le système de Mohs, M. le docteur Bresdorf a publié, à Hanau, en 1827, dans une petite dissertation, ayant pour titre : *De notione speciali in regno minerali*, une autre classification entièrement fondée sur les formes cristallographiques, et sur la composition atomique. Les classes, au nombre de six, sont établies d'après les systèmes de cristallisation, et les ordres d'après les formules atomiques, ou les nombres relatifs des atomes élémentaires qui entrent dans la composition des corps.

Mais comme d'après ce que nous avons dit précédemment, et de l'aveu des minéralogistes les plus distingués, il est évident que les formes cristallines ne peuvent fournir *seules* les bases d'une bonne méthode minéralogique, nous n'entrerons pas dans de plus grands détails sur ce genre de classification.

Maintenant quelle est celle de ces classifications dont nous ferons usage dans l'exposition des substances minérales qu'il importe au médecin de connaître. Sans aucun doute les classifications chimiques, et, en particulier, celle qui prend pour caractères primordiaux les agens minéralisateurs mériteraient la préférence. Tout ce que nous avons dit précédemment en les exposant le confirme. Néanmoins si nous réfléchissons que le nombre des minéraux usités en médecine est bien peu considérable, que presque tous, du moins les plus importans,

appartiennent à une seule classe, celle des métaux, peut-être sentirions-nous que cette classification serait peu avantageuse. Car si d'un côté la méthode par les agens minéralisateurs est plus naturelle que celle par les bases, cependant on doit convenir que cette dernière offre ce grand avantage, qu'elle réunit dans un groupe unique, dans un même genre toutes les combinaisons que le même corps peut présenter. Ainsi, par exemple, en traitant du genre mercure, du genre chaux, potasse, etc., on traite en même temps des différens états sous lesquels le mercure, la chaux, la potasse, etc., se trouvent dans la nature. Ce motif nous a déterminé à donner la préférence à la méthode chimique par les bases, parce qu'en effet elle nous a paru plus commode et plus facile pour l'objet limité que nous nous proposons. Mais nous devons le répéter, comme système général de classification, la prééminence appartient évidemment à la méthode par les agens minéralisateurs, et surtout à celle qui tend à grouper les genres en familles d'après la plus grande somme des rapports qui existent entre eux.

Afin de bien faire connaître la méthode de classification de M. Beudant, et de donner une idée générale de toutes les espèces admises par les minéralogistes, nous allons présenter la série des espèces minérales rangées suivant cette méthode.

TABLEAU MÉTHODIQUE

DES ESPÈCES MINÉRALES, DISPOSÉES SUIVANT LA MÉTHODE DE M. BEUDANT.

PREMIÈRE CLASSE :

GAZOLYTES.

Substances renfermant comme principe électro-négatif, des corps gazeux, liquides ou solides, susceptibles de former des combinaisons gazeuses permanentes avec l'oxigène, avec l'hydrogène ou avec le phtore.

Première famille : SILICIDES.

Corps composés de silice seule ou combinée avec divers oxides.

1er Genre : SILICE.

1re Espèce : Quarz anhydre.

2e Espèce : Opale ou *quarz hydraté*.

2e Genre : SILICATES.

§ I. Silicates d'alumine ou de ses isomorphes.

1re Espèce : Staurotide ou *croisette*.

2e — Disthène.

3e — Sillimanite.

4e Espèce : Euclase.
5e — Collyrite (*alumine hydratée, alumi-nite*).
6e — Pholerite.
7e — Triklasite.
8e — Allophane
9e — Halloysite.
10e — Emeraude (*béril, aigue-marine*).
11e — Gehlenite (*stylobate*).
12e — Andalousite (*macle*).

Sous-genre : GRENATS.

A. 13e Espèce : Grossulaire.
B. 14e — Almandine (*escarboucle, grenat syrien*).
C. 15e — Mélanite.
D. 16e — Spessartine.
17e — Scolexerose (*scolezite anhydre*).
18e — Scolezite (*zéolithe en aiguilles, radiée*).
19e — Mésotype.
20e — Prehnite.
21e — Cerine (*cérium oxydé siliceux noir*).
22e — Idocrase (*Vésuvienne*).

Sous-genre : EPIDOTE.

A. 23e Espe. Zoïzite (*epidote blanc*).
B. 24e — Thallite (*epidote ou schorl vert*).
25e — Melonite (*hyacinthe blanche de la Somma*).
26e — Wernerite.

27e Espe. Néphéline (*sommite*, *schorl blanc*).
28e — Cordiérite (*dichroïte*, *saphir d'eau*).
29e — Thompsonite (*mésotype*).
30e — Carpholite (*pierre de paille*).
31e — Anorthite.
32e — Pinite (*pinite d'Auvergne*).
33e — Triphane (*scolite de Suède*).
34e — Chabasie (*cuboïte*, *zéolite cubique*).
35e — Amphigène (*leucolite*, *grenat blanc du Vésuve*).
36e — Analcime (*zéolite dure*, *cubicite*).
37e — Laumonite (*zéolite de Bretagne*).
38e — Hydrolite (*gmélinite*, *sarcolite*).
39e — Harmotome (*pierre de croix*).

Sous-genre : FELDSPATH.

A. 40e Espe. Orthose (*feldspath adulaire*).
B. 41e — Albite (*feldspath blanc*).
42e — Pétalite (*berzelite*).
43e — Stilbite (*zéolite nacrée et feuilletée*).
44e — Epistilbite.
45e — Hypostilbite.
46e — Sphérostilbite.
47e — Heulandite (*stilbite accélérée*).
48e — Brewstérite.
49e — Adinole (*petrosilex agathoïde*. *feldspath compacte*).

§ II. Silicio-Aluminates.

50e — Saphirine.

51e Espe. Chamoisite.
52e — Berthierine.

§ III. Silicates non alumineux.

53e — Zircon (*hyacinthe, jargon*).
54e — Eudialite.
55e — Thorite.
56e — Gadolinite.
57e — Cérerite (*cérium oxidé silicifère rouge*).
58e — Ilvaïte (*yenite, liévrite, fer calcaréo-siliceux*).
59e — Montronite.
60e — Achmite.
61e — Rhodonite (*manganèse oxidé silicifère rose*).
62e — Opsimose (*hydrosilicate de manganèse*).
63e — Marceline (*manganèse du Piémont, silicate trimanganésien*).
64e — Calamine (*zinc oxidé, zinc oxidé hydraté siliceux, pierre calaminaire*).
65e — Chrysocole (*cuivre hydro-siliceux*).

§ IV. Silicates magnésiens.

66e — Peridot (*chrysolite des volcans, olivine*).
67e — Marmolite (*serpentine, talc*).

68e Espe. Serpentine (*ophite*, *néphrite*).
69e — Diallage.
70e — Talc.
71e — Stéatite (*craie de Briançon*).
72e — Magnésite (*écume de mer*, *magnésie carbonatée silicifère*).

§ V. Silicates calcaires.

73e — Edelforse (*trémolite*).
74e — Wollastonite (*spath en table*, *grammite*).

§ VI. Silicates doubles.

Sous-genre : PYROXÈNE.

A. 75e Espe. Diopside (*pyroxène blanc*).
B. 76e — Hedenbergite (*pyroxène noir*).
77e — Pyrodmalite (*fer muriaté*).
78e — Hyperstène (*paulite*).

Sous-genre : AMPHIBOLE.

A. 79e Espe. Trémolite (*grammatite*, *asbeste et amiante.*
B. 80e — Actinote (*hornblende*).
81e — Apophyllite.

Deuxième famille : BORIDES.

Corps composés d'acide borique seul ou combiné.

Premier genre : BOROXYDE.

Espèce unique : Sassoline (*acide borique hydraté*).

Second genre : BORATES.

1re Espèce : Borax (*tinkal*, *soude boratée*).
2e — Boracite (*borate de magnésie*).

Troisième genre : BORO-SILICATES.

1re Espèce : Datholithe (*chaux boratée siliceuse*).
2e — Botryolithe (*chaux boratée siliceuse concrétionnée*).

Troisième famille : CARBONIDES.

Corps composés de carbone pur ou combiné avec d'autres corps.

Premier genre : CARBONE.

Espèce unique : Diamant.

APPENDICE :

Graphite (*plombagine*).
Anthracite.
Houille (*charbon de terre*).
Stipite (*houille sèche ou limoneuse*).
Lignite (*bois bitumineux*).
Bois altérés.
Terre de Cologne (*terre d'ombre*).

Tourbe
Terreau.

Deuxième genre : CARBURES.

1re Espèce : Grizou (*protocarbure d'hydrogène*).
2e — Naphte.

APPENDICE :

Hatchetine (adypocire minéral).
Elaterite (bitume elastique).
Dusodyle (houille papyracée).
Malthe (bitume glutineux, poix minérale).
Asphalte (bitume de Judée).
Retinasphalte.
Résine de Highgate (copal fossile).
Succin (karabé, ambre jaune).

Troisième genre : MELLATE.

Espèce unique : Mellite *(mellate d'alumine, succin cristallisé).*

Quatrième genre : URATE.

Espèce unique : Guano.

Cinquième genre : CARBONITE OU OXALATE.

Espèce unique : Humboldtite *(mellate de fer).*

Sixième genre : CARBONOXIDE.

Espèce unique : acide carbonique.

Septième genre : CARBONATES.

1re Espèce : Natron (*sous-carbonate de soude*).
2e — Urao (*sesqui carbonate de soude*),
3e — Gay-Lussite.
4e — Carbonate de chaux.

1re sous espèce : Calcaire.
2e — Arragonite.

5e — Dolomie (*chaux carbonatée magnésifère*).
6e — Gioberite (*magnésie carbonatée*).
7e — Siderose (*fer carbonate*).
8e — Diallogite (*carbonate de manganèse*).
9e — Carbocérine (*carbonate de cérium*).
10e — Smithsonite (*zinc carbonaté*).
11e — Zinconise (*calamine terreuse, fleurs de zinc*).
12e — Witherite (*baryte carbonatée*).
13e — Barytocalcite.
14e — Strontianite (*carbonate de strontiane*).
15e — Céruse (*plomb carbonaté*).
16e — Leadhillite (*plomb carbonaté rhomboédrique*).
17e — Lanarkite (*sulfo-carbonate de plomb*).
18e — Calédonite.

19e — Mysorine (*carbonate de cuivre anhydre*).
20e — Malachite (*carb. de cuivre vert*).
21e — Azurite (*carb. de cuivre bleu*).

Troisième famille : HYDROGÉNIDES.

Corps gazeux, liquides ou solides dont l'hydrogène est un des élémens constituans.

Premier genre et espèce unique : HYDROGÈNE.

Deuxième genre et espèce unique : EAU.

Troisième genre : HYDRATES.

Quatrième famille : NITRIDES.

Corps gazeux, liquides ou solides, dont l'azote est un des élémens constituans.

Premier genre et espèce unique : AZOTE.

Appendice : Air atmosphérique.

Deuxième genre : NITRATES.

1re espèce : Salpêtre (*nitre, nitrate de potasse*).
2e — Nitrate de soude.
3e — Nitrate de chaux.
4e — Nitrate de magnésie.

Cinquième famille : SULFURIDES.

Corps solides, liquides ou gazeux dont le soufre est une des parties constituantes.

Premier genre et espèce unique : SOUFRE.

Deuxième genre : SULFURES.

1re Espèce : Hydrogène sulfuré (*acide hydrosulfurique*).
2e — Argyrose (*argent sulfuré*).
3e — Galène (*plomb sulfuré*).
4e — Blende (*zinc sulfuré*).
5e — Cinabre (*mercure sulfuré*).
6e — Alabandine (*manganèse sulfuré*).
7e — Harkise (*nikel sulfuré*).
8e — Sulfure de fer.
1re sous espèce : Pyrite (*fer sulfuré*).
2e —— Sperkise (*fer sulfuré blanc*).
9e — Leberkise (*pyrite magnétique*).
10e — Molybdenite (*molybdène sulfuré*).
11e — Chalkosine (*cuivre sulfuré*).
12e — Stromeyerine (*sulfure d'argent et cuivre*).
13e — Phillipsite (*cuivre pyriteux panaché*).
14e — Chalkopyrite (*cuivre pyriteux*).
15e — Stannine (*étain pyriteux*).
16e — Koboldine (*cobalt pyriteux*).
17e — Bismuthine (*bismuth sulfuré*).
18e — Stibine (*antimoine sulfuré*).
19e — Zinkenite.
20e — Jamesonite (*antimoine sulfuré plumbifère*).
21e — Haidingerite.

22e Espe. Miargyrite (*argent rouge, argent sulfuré noir*).
23e — Argyrothrose (*argent rouge, argent antimonié sulfuré*).
24e — Psaturose (*argent antimonié sulfuré noir*).
25e — Bournonite (*plomb antimonié sulfuré*).
26e — Polybasite.
27e — Panabase (*cuivre gris*).
28e — Réalgar (*arsenic sulfuré rouge*).
29e — Orpiment (*arsenic sulfuré jaune*).
30e — Proustite (*argent antimonié sulfuré en partie*).
31e — Antimonickel (*nickel arsenical antimonifère*).
32e — Disomose (*nickel gris*).
33e — Cobaltine (*cobalt gris*).
34e — Mispikel (*fer arsenical*).
35e — Tennantite (*cuivre gris*).
36e — Sulfure de sélénium.

Troisième genre : Sulfoxides.

1re Espèce : Acide sulfureux.
2e — Acide sulfurique hydraté.

Quatrième genre : Sulfates.

1re Espèce : Anglesite (*plomb sulfaté*).
2e — Barytine (*baryte sulfatée*).

3e	Espe.	Célestine (*strontiane sulfatée*).
4e	—	Karstenite (*chaux sulfatée anhydre*).
5e	—	Gypse (*chaux sulfatée hydratée, plâtre*).
6e	—	Glauberite.
7e	—	Thénardite.
8e	—	Exanthalose (*sel de Glauber*).
9e	—	Aphthalose (*potasse sulfatée*).
10e	—	Mascagnine (*ammoniaque sulfatée*).
11e	—	Epsomite (*sulfate de magnésie*).
12e	—	Gallizinite (*zinc sulfaté*).
13e	—	Rhodalose (*cobalt sulfaté*).
14e	—	Mélantherie (*fer sulfaté*).
15e	—	Néoplase (*fer sulfaté rouge*).
16e	—	Pittizite (*fer sulfaté ocreux*).
17e	—	Cyanose (*cuivre sulfaté*).
18e	—	Brochantite (*sous-sulfate de cuivre*).
19e	—	Sous-sulfate d'urane.
20e	—	Sulfate vert d'urane.
21e	—	Alunogène (*sulfate d'alumine*).
22e	—	Websterite (*alumine sous-sulfatée*).
23e	—	Alunite (*alumine sous-sulfatée alcaline*).
24e	—	Alun (*alumine sulfatée alcaline*).
25e	—	Ammonalun (*alun ammoniacal*).

Sixième famille : CHLORIDES.

Corps gazeux ou solides, ayant le chlore pour principe électro-négatif.

Genre unique : CHLORURES.

1re Espèce : Acide hydrochlorique.
2e — Calomel (*mercure doux ou corné*).
3e — Kerargyrire (*argent corné*).
4e — Kerasine (*plomb muriaté*).
5e — Atakamite (*cuivre muriaté*).
6e — Salmare (*sel marin*).
7e — Sylvine (*muriate de potasse*).
8e — Chlorure de calcium (*muriate de chaux*).
9e — Chlorure de magnésium (*muriate de magnésie*).
10e — Salmiac (*muriate d'ammoniaque*).

Septième famille : IODIDES.

Corps solides dont l'iode est un des élémens constituans.

Genre unique : IODURES.

1re Espèce : Iodure de sodium.
2e — — de magnésium.
3e — — de zinc.
4e — — de mercure.
5e — — d'argent.

Huitième famille : BROMIDES.

Substances dont le brome est un des élémens.

Cette famille ne renferme pas d'espèces qui soient encore bien rigoureusement déterminées.

Neuvième famille : PHTORIDES.

Corps dans lesquels le phtore ou fluor est l'élément électro-négatif.

Premier genre : Phtorures.

1re Espèce : Fluorine (*spath fluor ou chaux fluatée*).
2e — Flucerine (*cerium fluaté neutre*).
3e — Basicerine (*fluate de cerium basique*).
4e — Cryolite (*alumine fluatée alcaline*).

Deuxième genre : Phtoro-silicates.

1re Espèce : Topaze.
2e — Préhnite (*topaze bacillaire*).
3e — Condrodite (*brucite*).

Dixième famille : SÉLÉNIDES.

Genre unique : Séléniures.

1re Espèce : Claustalie (*plomb sélénié*).
2e — Berzeline (*cuivre sélénié*).
3e — Euchairite (*cuivre sélénié argental*).

Onzième famille : TELLURIDES.

Premier genre et espèce unique : Tellure.

Deuxième genre : TELLURURES.

1re Espèce : Bornine (*bismuth telluré*).
2e — Elasmose (*tellure natif*, *auro-plumbifère*).
3e — Mullerine (*tellure auro-plumbifère*).
4e — Sylvane (*tellure auro-argentifère*).

Douzième famille : PHOSPHORIDES.

Genre unique : PHOSPHATES

1re Espèce : Apatite (*chaux phosphatée*).
2e — Pyromorphite (*plomb vert*, *plomb phosphaté*).
3e — Wagnerite (*magnésie phosphatée*).
4e — Xenotime (*yttria phosphatée*).
5e — Triplite (*manganèse phosphaté ferrifère*).
6e — Hureaulite.
7e — Hétérosite.
8e — Aphérèse (*cuivre phosphaté de Libethen*).
9e — Ypoleime (*cuivre phosphaté de Rheinbreitbach*).
10e — Uranite (*urane oxidé*).
11e — Chalkolyte (*urane oxidé*).
12e — Wawellite (*alumine phosphatée*).
13e — Klaprothine (*feldspath bleu*).
14e — Amblygonite.

Treizième famille : ARSÉNIDES.

Premier genre : espèce unique : Arsenic.

Deuxième genre : Arseniures.

1re Espèce : Arseniure d'argent.
2e — Arseniure d'antimoine.
3e — Arseniure de bismuth.
4e — Smaltine (*cobalt arsenical*).
5e — Nickeline (*nickel arsenical*).
6e — Arseniure de cuivre.

Troisième genre : Arsenoxide.

Espèce unique : Acide arsenieux.

Quatrième genre : Arseniates.

1re Espèce : Pharmacolite (*chaux arseniatée*).
2e — Arsenicite (*chaux arseniatée*).
3e — Mimetèse (*plomb arseniaté*).
4e — Erythrine (*cobalt arséniaté*).
5e — Nickelocre (*nickel arseniaté*).
6e — Erinite (*cuivre arseniaté rhomboédrique*).
7e — Liroconite (*cuivre arseniaté actaédrique*).
8e — Olivenite (*cuivre arseniaté prismatique droit*).
9e — Aphanèse (*cuivre arseniaté prismatique triangulaire*).

10e — Scorodite (*cuivre arseniaté ferrifère*).
11e — Phamacosiderite (*fer arseniaté de Cornwal*).
12e — Néoctèse (*fer arseniaté du Brésil*).
13e — Sideretine (*fer oxidé résinite*).

Cinquième genre : Arsenites.

1re Espèce : Rhodoïse (*cobalt arseniaté terreux*).
2e — Néoplase (*nickel oxidé noir*).

DEUXIÈME CLASSE :

LEUCOLYTES.

Substances renfermant, comme principe électro-négatif, des corps solides qui ne donnent généralement que des solutions blanches avec les acides, et ne sont pas susceptibles de former des gaz permanens.

Quatorzième famille : ANTIMONIDES.

Premier genre : espèce unique : Antimoine.

Deuxième genre : Antimoniure.

Espèce unique : Discrase (*argent antimonial*).

Troisième genre : Antimonoxides.

1re Espèce : Exitèle (*antimoine blanc*).
2e — Stibiconise (*antimoine oxidé terreux*).

Quatrième genre : HYPANTIMONITE.

Espèce unique : Kermès (*antimoine axidé sulfuré*).

Quinzième famille : STANNIDES.

Genre et espèce uniques : CASSITERITE (*étain oxidé*).

Seizième famille, BISMUTHIDES.

Premier genre : espèce unique : BISMUTH.

Deuxième genre : espèce unique : OXIDE DE BISMUTH.

Dix-septième famille : HYDRARGYRIDES.

Premier genre : espèce unique : MERCURE.

Deuxième genre : HYDRARGURE.

Espèce unique : Amalgame (*mercure argental*).

Dix-huitième famille : ARGYRIDES.

Genre unique : espèce unique : ARGENT.

Dix-neuvième famille : PLUMBIDES.

1re Espèce : Plomb.
2e — Massicot. (*protoxide de plomb*).
3e — Minium (*deutoxide de plomb*).

Vingtième famille : ALUMINIDES.

Premier genre : ALUMINE.

1re Espèce : Corindon (*saphir, rubis, émeril*).
2e — Gypsite (*alumine hydratée*).

Deuxième genre : ALUMINATES.

1re Espèce : Spinelle (*rubis balais*).
2e — Gahnite (*spinelle zincifère*).
3e — Pléonaste (*spinelle noir*).
4e — Plongomme (*aluminate de plomb*).

Vingt-unième famille : MAGNÉSIDES.

Espèce unique : Brucite (*magnésie hydratée*).

TROISIÈME CLASSE :

CROIKOLYTES.

Substances renfermant, comme principe électro-négatif, des corps solides susceptibles de former des sels ou des solutions colorées, et ne se réduisant jamais en gaz permanens.

Vingt-deuxième famille : TITANIDES.

Premier genre : TITANOXIDE.

1re Espèce : Rutile (*titane oxidé, titanite*).
2e — Anatase.

Deuxième genre : TITANATES.

1re Espèce : Nigrine (*titane oxidé ferrugineux*).
2e — Chrichtonite (*fer oxidé titané*).

3e — Polymignite.
4e — Pyrochlore.

Troisième genre : SILICIO-TITANATE.

Espèce unique : Sphène (*titane silicéo-calcaire*).

Vingt-troisième famille : TANTALIDES.

Genre unique : TANTALATES.

1re Espèce : Columbite (*tantale oxidé*).
2e — Bacerine (*tantale oxide ferro-manganésifère*).
3e — Yttrotantale (*tantale oxidé yttrifère*).

Vingt-quatrième famille : TUNGSTIDES.

Premier genre : espèce unique : Acide tungstique.

Deuxième genre : TUNGSTATES.

1re Espèce : Wolfram (*schelin ferrugineux*).
2e — Scheelite (*schelin calcaire*).
3e — Scheelitine (*tungstate de plomb*).

Vingt-cinquième famille : MOLYBDIDES.

1re Espèce : Acide molybdique (*molybdène oxidé*).
2e — Mélinose (*plomb molybdaté*).

Vingt-sixième famille : CHROMIDES.

Premier genre : espèce unique : OXIDE CHROMIQUE.

Deuxième genre : CHROMITE.

Espèce unique : Eisenchrome.

Troisième genre : CHROMATES.

1re espèce : Crocoïse (*plomb chromaté*).
2e — Vauquelinite (*plomb chromé*).

Vingt-septième famille : URANIDES.

1re espèce : Pechurane (*urane oxide*).
2e — Uraconise (*urane oxidé hydraté*).

Vingt-huitième famille : MANGANIDES.

Premier genre : MANGANOXIDES.

1re espèce : Pyrolusite (*manganèse oxidé métalloïde*).
2e — Braunite (*manganèse hydraté cristallisé*).
3e — Acerdèse (*hydroxide de manganèse*).

Deuxième genre : MANGANITES.

1re espèce : Hausmanite (*manganèse gris lamelleux*).
2e — Psilomelane (*manganèse oxidé barytifère*).

Vingt-neuvième famille : SIDERIDES.

Premier genre : espèce unique : FER.

Deuxième genre : SIDEROXIDES.

1re espèce : Oligiste (*fer oligiste, oxidé rouge, ocre rouge*).
2e — Limonite (*fer hydraté, hématite brune*).

Troisième genre : Ferrates.

1re espèce : Aimant (*fer oxidé magnétique*).
2e — Franklinite.

Trentième famille : COBALTIDES.

Espèce unique : Peroxide de cobalt.

Trente-unième famille : CUPRIDES.

1re espèce : Cuivre natif.
2e — Ziguéline (*cuivre oxidulé*).
3e — Melaconise (*cuivre oxidé noir*).

Trente-deuxième famille : ORIDES.

Espèce unique : Or.

Trente-troisième famille : PLATINIDES.

Espèce unique : Platine.

Trente-quatrième famille : PALLADIDES.

Espèce unique : Palladium.

Trente-cinquième famille : OSMIIDES.

Espèce unique : Iridosmide (osmiure d'iridium).

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

MINÉRALOGIE.

DEUXIÈME PARTIE.

DESCRIPTION DES ESPÈCES.

PREMIÈRE CLASSE.

LES MÉTALLOÏDES.

PREMIER GENRE : SOUFRE.

Le soufre existe dans la nature sous plusieurs états : 1° *natif;* 2° combiné avec l'oxigène, et formant les *acides sulfureux* et *sulfurique;* 3° combiné avec l'hydrogène et formant l'*acide hydrosulfurique;* 4° combiné avec les autres corps simples, à l'état de *sulfures;* 5° enfin à l'état

d'acide sulfurique combiné avec les bases, et formant les *sulfates*.

Première espèce : SOUFRE NATIF.

Corps solide, jaune serin, quelquefois rougeâtre ou verdâtre, insipide, faiblement odorant par le frottement, tout-à-fait insoluble, cristallisant en octaèdre alongé, à base rhombe, dérivé d'un prisme rectangulaire droit; transparent quand il est pur et cristallisé, à double réfraction, acquérant l'électricité résineuse par le frottement.

Pesant 2,07 à 2,10.

Facilement fusible et volatile; il se liquéfie à 170° centig., brûlant au contact de l'air avec une flamme bleue, et formant de l'acide sulfureux, d'une odeur suffocante.

Variétés : Cristallisé en octaèdres, plus ou moins modifiés, ou en aiguilles, ou en stalactites; très-souvent en efflorescences pulvérulentes, ou en masses, ou mélangé de terre. Sa couleur est aussi très-variable. Ses diverses nuances dépendent des matières qui y sont mélangées. A l'état de pureté il est d'un beau *jaune;* uni au sélénium, il est *rougeâtre;* mélangé de terre, il est *verdâtre*, etc.

Gisement: Le soufre est très-abondant dans la nature, et chaque jour encore, on le voit en quelque sorte se former, ou mieux encore se déposer sous nos yeux dans les volcans en activité. Il existe dans les terrains de diverses formations depuis les primitifs jusqu'aux tertiaires. M. de Humboldt en a constaté la présence dans des ro-

ches appartenant aux terrains primitifs et intermédiaires. Mais c'est principalement dans les terrains secondaires qu'il existe en plus grande abondance, et surtout formant de beaux groupes de cristaux. Ainsi, dans plusieurs localités de la Sicile, et particulièrement dans le *Val di Noto*, à *Caltanisetta*, à *Agrigente*, etc., il est l'objet de grandes exploitations et c'est même l'une des plus grandes sources du commerce de cette île. Il forme des nids ou des amas plus ou moins considérables dans le gypse. C'est dans ces localités qu'on trouve les cristallisations les plus belles et les plus régulières. A Conilla, près de Gibraltar, c'est dans la chaux carbonatée que le soufre se présente.

Dans les terrains tertiaires on cite aussi le soufre, mais en petite quantité. Ainsi on l'a trouvé dans le gypse grossier, à Meaux, en Brie, à Montmartre près Paris, etc.

Le soufre appartient aussi aux terrains volcaniques, et particulièrement aux volcans en activité et aux solfatarres; car il en existe à peine quelques exemples dans les terrains volcaniques anciens. C'est à tort, selon nous, que beaucoup de minéralogistes ont dit qu'il était très-abondant au voisinage des volcans, actuellement en ignition. Si j'en juge par le Vésuve et l'Etna que j'ai visités, et qui sont les deux plus grands volcans *actifs* de l'Europe, le soufre est peu commun sur les montagnes ignivomes. Je ne l'y ai observé que sous la forme d'efflorescences, ou d'aiguilles, dans les lieux d'où sortent les vapeurs sulfureuses, et encore n'y forme-t-il jamais des masses considérables. Il est, au contraire, très-commun dans les solfatarres, grands cratères de volcans éteints,

d'où sortent encore des vapeurs plus ou moins abondantes. Tout le sol de ces solfatarres est imprégné de soufre que l'on peut exploiter avec avantage. C'est ce que l'on fait en particulier à la solfatarre de Pouzolles près Naples, où l'on extrait le soufre en distillant dans des fours particuliers les terres qui en sont très-chargées.

Le soufre existe encore dans les eaux minérales sulfureuses, surtout combiné avec l'hydrogène (acide hydrosulfurique), et il se dépose quelquefois assez abondamment sous forme d'une poudre blanche sur les bords des ruisseaux qui naissent de ces sources.

Usages : Dans les arts il sert à la fabrication de l'acide sulfureux employé dans le blanchiment des soies, et pour désinfecter les lieux viciés par des miasmes; à la fabrication de l'acide sulfurique et de la poudre à canon.

En médecine, il est très-usité dans le traitement des maladies de la peau.

Deuxième espèce : ACIDE SULFUREUX.

Il est gazeux, incolore, transparent; ayant une odeur suffocante et caractéristique, celle du soufre qui brûle; il est impropre à la combustion, rougit d'abord, puis jaunit la teinture de tournesol; comme le chlore, il est susceptible d'être liquéfié par le froid et la compression; il est très-soluble dans l'eau. Mis en contact avec le gaz deutoxide d'azote et de l'air humide, il lui enlève une portion de son oxigène, et passe à l'état d'acide sulfurique. Il se compose d'un atome de soufre et de deux atomes d'oxigène, ou en poids, selon M. Berzé-

lius, de 100 parties de soufre et de 99,44 d'oxigène.

Gisement : C'est des volcans en ignition que cet acide se dégage en abondance, toujours mêlé d'une certaine quantité de vapeur d'eau qui en fait partie constituante. Partout où le soufre brûle, il se forme de l'acide sulfureux. Ainsi, au Vésuve, à l'Etna, dans les îles Lipari où des bouches ignivomes sont presque toujours en combustion, l'odeur de l'acide sulfureux est très-sensible et très-fatigante pour ceux qui visitent ces localités. Dans la solfatarre de Pouzzoles, près de Naples, il se dégage aussi des fissures du terrain des vapeurs d'acide sulfureux.

Usages : Dans les arts il est fort employé au blanchiment des étoffes de laine et de soie; en médecine, il est usité à l'extérieur dans le traitement de la gale et de plusieurs autres maladies de la peau.

Troisième espèce : ACIDE SULFURIQUE.

Il est liquide, incolore, d'une consistance oléagineuse, inodore; d'une pesanteur spécifique de 1,25; d'une saveur excessivement caustique; il noircit et charbonne les matières organiques végétales et animales : chauffé avec du charbon, il se décompose et dégage de l'acide sulfureux, reconnaissable à son odeur caractéristique; avec l'eau ou un sel soluble de baryte, il forme un précipité blanc, insoluble dans l'eau et dans l'acide nitrique.

Il est composé d'un atome de soufre et de trois atomes d'oxigène, ou en poids de 100 parties de soufre et de 150 parties d'oxigène.

Gisement : L'acide sulfurique hydraté existe aussi au

voisinage des volcans en activité, ou dans les terrains d'origine volcanique. Généralement, il est étendu d'une très-grande quantité d'eau, soit dans certains lacs, soit dans quelques ruisseaux qui sortent de grottes ou de terrains volcaniques.

Usages : Cet acide est très-important dans les arts et la médecine. Il sert à la préparation : 1° des acides nitrique et hydrochlorique par la décomposition du salpêtre et du sel marin; 2° à celle de la soude artificielle; 3° des sulfates, etc.

En médecine : étendu d'une grande quantité d'eau, il forme des boissons rafraîchissantes, connues sous le nom de *limonades minérales*. Il sert aussi à préparer l'eau de Rabel et l'éther sulfurique.

Deuxième genre : CHLORE.

Corps simple, gazeux, de couleur jaune-verdâtre, d'une odeur forte et *sui generis*, impropre à la combustion et à la respiration, susceptible de se liquéfier par l'effet d'une forte pression et de l'abaissement de la température, soluble dans l'eau.

Le chlore n'existe pas à l'état de liberté dans la nature; cependant il est très-probable que les volcans en activité doivent en dégager. Mais comme ce gaz a une très-grande tendance à s'unir à l'hydrogène pour former l'acide hydrochlorique, il est présumable qu'il se trouve ainsi neutralisé, à mesure qu'il se dégage. Le chlore se combine facilement avec les métaux et les oxides, et forme des *chlorures* qui sont assez répandus. Nous en

traiterons à l'article de chaque métal en particulier. Uni à l'hydrogène, il constitue l'acide hydrochlorique.

Espèce unique : **ACIDE HYDROCHLORIQUE.**

C'est le résultat de la combinaison d'un volume de chlore et d'un volume d'hydrogène sans contraction, et en poids d'une partie d'hydrogène et de 36 parties de chlore.

Il est gazeux, incolore, ayant une odeur particulière et suffocante, une saveur âcre et caustique, rougissant la teinture de tournesol, impropre à la combustion. Dans l'air humide, il répand des vapeurs blanches et épaisses à cause de sa grande affinité pour l'eau, dans laquelle il se dissout pour former l'acide hydrochlorique liquide. Par le peroxide de manganèse, aidé de la chaleur, il est décomposé et donne du chlore gazeux. Il précipite en blanc les sels d'argent. Le précipité cailleboté, lourd, insoluble dans l'acide nitrique, soluble dans l'ammoniaque, est du chlorure d'argent, qui brunit par son exposition à la lumière.

Gisement. C'est au voisinage des volcans en activité que le gaz acide hydrochlorique existe. Les vapeurs blanches qui s'exhalent du cratère du Vésuve et de l'Etna sont un mélange d'acide sulfureux, d'acide hydrochlorique et de vapeurs d'eau. Quelques eaux minérales de l'Amérique du sud contiennent cet acide en dissolution.

TROISIÈME GENRE : BORE.

Radical de l'acide borique, ce corps n'existe pas à

l'état libre dans la nature. Combiné à l'oxigène, il constitue l'acide borique qu'on trouve libre ou uni aux bases et formant des borates.

Espèce unique : ACIDE BORIQUE HYDRATÉ *ou* **sassoline,**

(acide boracique; sel sédatif de Homberg).

Il est en petites écailles minces, blanches, luisantes et nacrées, distinctes ou réunies en masses, ayant une faible saveur acidule, peu solubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'eau chaude; se liquéfiant facilement par la chaleur dans son eau de composition, et formant par le refroidissement un *verre*, communiquant à l'alcool qui brûle une flamme de couleur verte.

Il est composé de deux atomes d'oxigène, d'un atome de bore, et de deux atomes d'eau.

Gisement : La sassoline ou acide borique hydraté existe en dissolution dans les eaux de certains lacs de Toscane, à Sasso, près Sienne, d'où est dérivé le nom de *sassoline*, ou en dépôts qui se forment par le refroidissement de vapeurs qui s'échappent avec bruissement des entrailles de la terre.

Il fait aussi partie de certains produits volcaniques, comme aux îles Lipari, où il est mélangé avec le soufre.

Usages : Il sert à la préparation du borax ou sous-borate de soude, de la crême de tartre soluble. Quelques médecins l'administraient autrefois comme antispasmodique. Il est aujourd'hui fort peu usité.

Quatrième genre : SILICIUM.

Ce corps n'existe pas à l'état libre dans la nature. Combiné avec l'oxigène, il forme la silice, autrefois considérée comme une terre, mais que les belles recherches de M. Berzélius placent aujourd'hui au rang des acides. La place du silicium dans la classification chimique et minéralogique n'est pas encore bien définitivement fixée. Car, si d'un côté ce corps a beaucoup d'analogie avec le bore et le carbone, ces trois corps jouissant de la propriété de se combiner avec le fer pour former des composés analogues à l'acier; d'un autre côté, ainsi que le remarque M. Beudant, il se rapproche du tantale, du titane, du molybdène, du tungstène, pouvant, comme eux, en se combinant avec l'oxigène, donner naissance à un acide insoluble, qui forme avec les bases, un grand nombre de sels.

La silice ou oxide de silicium, acide silicique, constitue deux espèces distinctes suivant qu'elle est anhydre, ou suivant qu'elle contient de l'eau. La première s'appelle *quarz*, et la seconde *opale*.

Première espèce : QUARZ.

Cette espèce est excessivement variable dans son aspect, sa couleur, sa texture et ses autres caractères physiques. Elle comprend des pierres tout-à-fait différentes les unes des autres, tels sont le cristal de roche, l'améthyste, les agathes, les calcédoines, sardoines, jaspes, silex, meulière, pierre à fusil, etc. Toutes ces pierres peu-

vent néanmoins se rapporter à deux variétés principales que l'on peut considérer comme des sous-espèces : ce sont : le quarz hyalin, et les agathes ou silex.

I. Quarz hyalin *ou cristal de roche.*

C'est la silice à l'état de pureté. Il forme une matière vitreuse, hyaline, dure, rayant le verre avec facilité et faisant feu sous le choc du briquet, cristallisant ordinairement en très-beaux prismes hexaèdres réguliers, terminés par des pyramides à six faces, qui appartiennent au système rhomboédrique; jouissant de la réfraction double, mais à travers deux faces non parallèles; pesant 2,654, et pouvant acquérir facilement par le frottement l'électricité positive ou vitrée; ne blanchissant pas au feu.

Il offre la composition suivante :

Silicium.....	48, 5.
Oxigène.....	51,95.

Ou en atomes, trois atomes d'oxigène et un atome de silicium.

Variétés : Le quarz hyalin peut offrir un grand nombre de variétés dans sa forme cristalline, sa structure, sa couleur, etc.

Ainsi il peut être parfaitement cristallisé, ou amorphe, compacte, grenu, bacillaire ou fibreux.

Naturellement incoloré, il peut offrir des nuances très-variées de coloration. Ainsi il est violet (*améthyste*), vert (*quarz prase*); rouge (*quarz hématoïde*); presque noir (*quarz enfumé*), etc.

II. Quarz agathe.

Sous ce nom on comprend généralement toutes les variétés du quarz qui sont plus ou moins colorées et demi-transparentes, ou complétement opaques. Ces variétés sont excessivement nombreuses. Nous mentionnerons ici les suivantes :

1° *Cornaline.* Sa couleur dominante est le rouge-clair, passant presqu'au rose, mêlé de jaunâtre. Elle est demi-transparente.

2° *Sardoine.* Elle est jaune ou roussâtre, quelquefois plus ou moins brune.

3° *Chrysoprase.* Sa couleur est vert-clair. Elle est due à l'oxide de nickel.

4° *Calcédoine.* Sa couleur est variable; mais elle est toujours plus ou moins laiteuse, quelquefois complétement blanche. Il existe une variété en cristaux rhomboïdaux dite *primitive*, et une autre dite *mamelonnée.*

5° On appelle *agathe onyx*, celle qui est formée de plusieurs couches concentriques superposées, de nuances différentes.

6° Les agathes *herborisées* ou *arborisées* se distinguent par les matières disposées dans leur intérieur sous la forme de petits arbres ou de dendrites.

7° *Agathe pseudomorphique.* Celle qui s'est substituée ou déposée dans des moules laissés vides par des cristaux appartenant à d'autres substances.

8° *Agathe organoïde.* Celle qui présente la structure du bois, de madrépores, d'alcyons, d'oursins, etc., qu'elle

a remplacés, en pénétrant ces corps, lorsqu'elle était à l'état fluide.

9° On nomme *silex carié* ou *pierre meulière*, la variété compacte qui est criblée d'un grand nombre de cavités irrégulières.

10° *Silex pyromaque* ou *pierre à fusil*, celui qui est compacte, incolore, à cassure conchoïdale, et qui sert à faire les pierres à fusil.

11° Les *jaspes* sont des silex rendus totalement opaques et diversement colorés par l'addition de matières étrangères. Ainsi le *jaspe rouge* est coloré par le peroxide de fer; le *jaune* par l'hydroxide de fer; le *jaspe vert* par de la chlorite, du diallage, etc.

Gisement. Le quarz hyalin cristallisé ou compacte appartient spécialement aux terrains primitifs et intermédiaires. Il y forme rarement des masses ou assises volumineuses. Le plus souvent il est en filons.

Les variétés opaques, les silex, se rencontrent plus particulièrement dans les terrains secondaires sous les formes nodulaires.

Usages. Ils sont fort variés. Le quarz hyalin pur, l'améthyste et toutes les autres variétés de quarz hyalin bien colorées, les diverses sortes d'agathes, sont susceptibles d'un beau poli; on les emploie à faire des bijoux, des ornemens, des vases, etc., dont le prix est quelquefois très-élevé. C'est avec les différentes espèces d'agathes et particulièrement les agathes onyx que l'on fait les camés ou pierres gravées.

En taillant le quarz hyalin limpide dans le sens perpendiculaire de l'axe de ses cristaux, on en fait d'excel-

lens verres de lunettes et de loupes, qui ont le grand avantage de ne point se laisser rayer.

Les diverses sortes de quarz servent à la fabrication du verre et du cristal, qui n'est qu'un silicate alcalin; le cristal artificiel est un silicate de potasse et de plomb.

Le silex meulière commun aux environs de Paris, sert non-seulement à la bâtisse, mais c'est avec lui que l'on prépare les meilleures meules de moulin.

Enfin, c'est avec les silex pyromaques que se font les diverses sortes de pierres à fusil ou pierres à briquet. Ces silex pyromaques sont extrêmement répandus dans la craie aux environs de Paris.

Deuxième espèce : OPALE *ou* **quarz résinite.**

Cette espèce diffère du quarz proprement dit par la présence de l'eau qui entre dans sa composition; aussi blanchit-elle par la calcination, après avoir donné une certaine quantité d'eau, ce qui la distingue du quarz proprement dit.

Elle est incolore ou diversement colorée, offrant quelquefois des reflets extrêmement brillans; elle n'est jamais cristallisée et ne présente pas par conséquent la double réfraction. Sa pesanteur spécifique est de 2, 11 à 2, 35.

Voici sa composition moyenne :

Eau.....	9,04
Silice.....	90,96

Variétés. — On distingue beaucoup de variétés dans cette espèce. Ainsi quant à sa forme générale elle est mamelonnée ou en forme de stalactites, en rognons,

xyloïde, c'est-à-dire ayant la forme et la structure du bois. Elle peut quant à sa couleur, être diaphane, laiteuse, résinoïde, chatoyante, irisée. Ces deux dernières variétés sont très recherchées et souvent d'une grande valeur. La première porte le nom de *girasol*. Elle est transparente, laiteuse, diversement colorée, quelquefois simplement translucide et donne de très-beaux reflets rougeâtres lorsqu'on la tourne vers le soleil. L'*opale irisée* ou *noble* doit les beaux effets irisés qu'elle présente, à la décomposition de la lumière qui a lieu par suite des innombrables petites fissures qu'elle offre à son intérieur.

On nomme *hydrophane* une variété de quarz résinite qui est naturellement opaque, et qui devient plus ou moins transparente après un séjour momentané dans l'eau pure, il s'élève en même temps à la surface de l'eau une foule de bulles d'air.

Gisement. — La plupart des variétés de l'opale appartiennent aux terrains volcaniques anciens. C'est ordinairement dans des tufs trachytiques qu'on les trouve en petits nids ou en petites veines. Cependant on en observe aussi dans les terrains secondaires les plus récens et même dans quelques terrains tertiaires. Les belles opales irisées viennent de la Saxe et particulièrement de la Hongrie. Les lapidaires leur donnent le nom d'*opales orientales*.

SILICATES.

On appelle ainsi la combinaison de la silice ou acide silicique avec une ou plusieurs bases. Le nombre des

silicates est extrêmement considérable dans la nature, ainsi qu'on le reconnaîtra en jetant les yeux sur le tableau des espèces minérales que nous avons donné d'après M. Beudant à la fin de la première partie. Ces combinaisons nombreuses comprennent la plus grande partie des espèces minérales désignées autrefois sous le nom général de *pierres*, et qui jusqu'à présent avaient tant embarrassé les minéralogistes pour leur assigner une place dans les classifications.

Dans les silicates l'oxigène de l'acide silicique est un multiple de l'oxigène de la base par les nombres 1, 2, 3 4. M. Berzélius regarde comme neutres ceux dans lesquels l'acide contient trois fois autant d'oxigène que l'oxide.

Caractères des silicates. On les réduit en poudre, on les mêle avec trois fois leur poids de carbonate de potasse, on les chauffe jusqu'à ce qu'ils soient fondus. On délaie alors la matière dans beaucoup d'eau, et on verse de l'acide nitrique qui la dissout tout entière quand le silicate a été complètement attaqué. En évaporant la dissolution, la silice se dépose sous forme de gelée; en continuant l'évaporation jusqu'à siccité et traitant le résidu par l'eau, la silice se trouve isolée sous forme de poudre blanche.

Dans le courant de cet ouvrage nous avons parlé des espèces les plus remarquables et les plus intéressantes; telles sont : 1° les feldspaths, orthose et albite, les micas, amphiboles, pyroxènes, diallage, serpentines, augite (voy. la première partie), le zircon (voy. *zirconium*), l'émeraude (voy. *glucium*), le talc, la stéatite, la magnésite (voy. *magnésium*).

Nous avons passé sous silence les autres espèces de ce genre en bien plus grand nombre, quoique fort importantes comme espèces minérales pour celui qui veut embrasser toute la minéralogie, mais qui n'offrent aucun intérêt par leurs usages en médecine ou en pharmacie. Cependant nous croyons devoir dire ici quelques mots d'une espèce fort curieuse, la *tourmaline*, dont nous avons parlé à l'article *électricité* dans les minéraux, sans la décrire.

TOURMALINE.

C'est un silicate alumineux renfermant de l'acide borique. Les analyses indiquent encore quelques-unes des bases suivantes qui sont isomorphes : lithine, potasse, soude, magnésie, chaux, protoxide de fer ; mais les nombreuses analyses ne conduisent point encore à une formule satisfaisante.

Les tourmalines cristallisent dans le système rhomboédrique. Leur densité est de 3 à 3, 4, rayant le quarz, rayées par la topaze, difficilement fusibles au chalumeau.

Voici les variétés principales de tourmalines quant à leur structure 1° *cristallisée*, 2° *cylindroïde*, 3° *aciculaire*, 4° *globuliforme*, 5° *fibreuse*, 6° *schistoïde*, 7° *compacte*. Par rapport à la couleur, on connaît des tourmalines incolores, rouges, violâtres, indigo, bleues, vertes, jaunesbr, unes, mais plus souvent noires, rarement transparentes, souvent translucides, plus souvent opaques.

Gisement. Les tourmalines appartiennent aux terrains de cristallisation. On en trouve dans les granites, dans

les gneiss, mais particulièrement dans les pegmatites où sont les cristaux les plus nets et les plus gros.

Les variétés rouges de tourmaline sont recherchées par la joaillerie. Lorsqu'elles sont transparentes, d'une belle teinte, on les estime autant que les rubis.

Ce fut sur les tourmalines qu'on étudia d'abord l'électricité des minéraux. Une tourmaline frottée s'électrise vitreusement comme tous les minéraux qui ont la cassure du verre. Une tourmaline chauffée modérément et pourvue de ses deux sommets donne des signes alternatifs des deux électricités par des répulsions sur un électromètre que l'on aura au préalable électrisé vitreusement ou résineusement et l'on remarquera que l'électricité vitrée siège à l'extrémité du cristal qui est terminée par le plus grand nombre de facettes, tandis que l'electricité résineuse occupe toujours le sommet le moins compliqué. Le centre du cristal contient du fluide neutre. (Voy. l'article électricité des minéraux, 1re partie, page 46).

Cinquième genre CARBONE.

Le carbone se présente sous plusieurs états dans la nature : 1° à l'état de pureté, il constitue le *diamant ;* 2° Combiné avec l'oxigène, il forme l'*acide carbonique ;* 3° Combiné avec le fer, il forme le carbure de fer ou plombagine; 4° il fait partie de toutes les matières charbonneuses, fossiles; telles que les charbons de terre, les bitumes, le succin, etc.; 5° Enfin l'acide carbonique combiné aux bases, forme les *carbonates* qui sont très-répandus dans la nature.

Première espèce : **CARBONE PUR** *ou* **DIAMANT.**

Corps vitreux cristallisant ordinairement en octaèdre alongé, facilement clivable, à réfraction simple, susceptible de prendre l'électricité vitreuse, devenant phosphorescent par la chaleur.

Rayant tous les corps, rayé par aucun. Pesant 3, 52.

Ordinairement incolore, mais pouvant être coloré en jaune, en rouge hyacinthe, en vert ou en noir.

Susceptible du plus beau poli, et répandant quand il est taillé et poli l'éclat le plus brillant.

Composition : Uniquement composé de carbone à l'état de pureté, pouvant brûler dans l'oxigène, et former de l'acide carbonique pur sans résidu.

En 1673 Boyle fit la remarque qu'en l'exposant à une haute température, il se volatilisait en partie et donnait une vapeur acre.

Newton d'après la force de réfraction du diamant, avait dit qu'il appartenait plutôt aux corps combustibles qu'aux pierres. Mais ce fut Bergmann et Macquer, qui les premiers prouvèrent qu'il était complètement *volatil*, sans néanmoins faire connaître sa véritable composition. C'est à Lavoisier, Guyton de Morveau, Tennant et quelques autres chimistes, qu'on doit la découverte de la composition du diamant qui est du carbone pur.

Gisement. Le diamant n'a encore été trouvé qu'en peu de localités et en petite quantité à la fois. L'Inde et surtout les royaumes de Golconde et de Visapour ont long-temps été les seuls pays d'où l'on tirait cette

pierre précieuse. On le trouve aussi dans l'île de Bornéo. Mais aujourd'hui c'est du Brésil qu'on reçoit la plus grande partie des diamans répandus dans le commerce. Plus récemment enfin on a découvert le diamant en Sibérie sur la pente occidentale des monts Ourals.

Cette substance se trouve presque constamment dans des dépôts de transport, disséminée au milieu de fragmens de cailloux roulés, de fer en grains liés ensemble par une argile rougeâtre et ferrugineuse. Ces dépôts se trouvent dans les vallées et sur le bord des fleuves. Au Brésil, dans la province de Minas Geraes, ils portent le nom de *cascalho*. Ce cascalho est lavé avec soin pour en séparer l'argile et tous les fragmens légers, et c'est dans le résidu ainsi lavé qu'on trouve le diamant.

Autrefois la recherche de cette substance était très-productive. Mais actuellement, année commune le Brésil ne verse guère dans le commerce que de 25 à 30,000 carats, ce qui fait 12 à 15 livres de diamans. Le carat qui sert de poids au diamant est de quatre grains. D'après les frais d'exploitation, chaque diamant d'un carat revient au gouvernement brésilien à environ 38 f. 20 c.

Le prix du diamant est comme on sait en proportion très-rapidemment croissante de son poids. Ainsi un diamant taillé d'un carat vaut environ 200 f. à deux carats 8 à 900 f. à quatre carats 3,000 et au-delà.

Les anciens connaissaient le diamant et y attachaient un grand prix, surtout à ceux qui étaient naturellement brillans et de forme régulière, puisqu'ils ignoraient l'art de le tailler. C'est en 1476 qu'un gentilhomme nommé Louis de Berguem, découvrit que le diamant pouvait

être usé par sa propre poussière qu'on nomme *egrisée*, et arriva ainsi à pouvoir non-seulement le polir, mais à lui donner toutes les formes qu'on voulait.

Quelques diamans sont célèbres par leur grosseur et leur prix.

Tous ces diamans remarquables viennent de l'Inde.

Le plus volumineux des diamans connus, est celui du raja de Masun à Bornéo. Il pèse 367 carats c'est-à-dire plus de deux onces.

L'empereur du Mogol possède un diamant que Tavernier compare à un œuf coupé par le milieu, et qui pèse 279 carats. Il est évalué à 11,723,000 fr.

Celui que possède l'empereur de Russie pèse 193 carats; il est de la grosseur d'un œuf de pigeon. Il a été acheté 2,160,000 fr., et une pension viagère de 96,000 fr.

Mais le plus beau, non pas à cause de son volume, mais par sa perfection, sa pureté et sa belle forme, est le *Régent* qui appartient à la couronne de France. Il pèse 136 carats. Avant d'être taillé, il en pesait 410. Il a été acheté pendant la régence du duc d'Orléans 2,250,000 fr.

Usages. Le diamant est employé dans les arts, soit pour percer et polir les pierres fines, soit pour servir de pivot dans les montres, soit enfin pour couper le verre. On sait que c'est la pierre la plus précieuse et la plus chère avec laquelle on fait des bijoux et des parures.

APPENDICE *contenant les matières charboneuses, bitumineuses et résineuses fossiles.*

ANTHRACITE.

Substance noire, opaque, tendre, luisante, fendillée, ayant tout-à-fait l'aspect de la houille ou charbon de terre, dont elle diffère par sa composition, et en ce qu'elle brûle difficilement, sans flamme ni fumée.

Elle est formée de carbone et d'un peu d'hydrogène, sans traces de matière bitumineuse, qui, au contraire, est très-abondante dans la houille.

L'anthracite est tantôt compacte et tantôt feuilletée; quelquefois il a la texture fibreuse ou granulaire.

Suivant Haüy, l'anthracite donne des indices de cristallisation, puisque par le clivage on arrive soit à des prismes hexaèdres réguliers, soit à des prismes droits rhomboïdaux.

Gisement. L'anthracite est le produit qui nous reste de la plus ancienne végétation qui ait paru à la surface du globe. On le trouve en effet dans les terrains de transition, dans les Alpes du Dauphiné, de la Savoie, de la Suisse, etc. Mais on le voit aussi dans des formations plus récentes, souvent mélangé avec la houille proprement dite, dont il ne paraîtrait alors qu'une simple modification. Il est, en général, accompagné de roches qui semblent avoir une origine ignée, comme les porphyres, les dolérites, etc.

Usages. Il est employé comme combustible, mais il a besoin d'être mêlé à du bois ou à quelqu'autre matière qui puisse s'enflammer, du moins pour l'allumer. Dans

les fournaux des fonderies où la masse du combustible est considérable, l'anthracite est d'un excellent usage.

HOUILLE OU CHARBON DE TERRE.

Matière noire, opaque, sèche, brillante, assez tendre et fragile, brûlant facilement avec flamme et fumée noire, répandant alors une odeur bitumineuse particulière, se ramollissant, se gonflant et s'agglutinant par la chaleur, et donnant pour résidu une matière charbonneuse, d'un aspect métalloïde, dure, légère, âpre au toucher.

La houille contient, outre le carbone qui en forme la majeure partie, une matière bitumineuse et volatile, et par l'analyse élémentaire elle offre la même composition que les substances végétales, c'est-à-dire qu'on y trouve du carbone, de l'hydrogène et de l'oxigène. Elle paraît également contenir un peu d'azote, car elle donne de l'ammoniaque à la distillation.

La houille offre généralement la structure schistoïde; quelquefois elle est lamelleuse ou même granulaire. Dans quelques cas elle présente des reflets irisés.

On distingue deux variétés principales de houille : 1° La *houille grasse* qui brûle plus facilement, se gonfle, fond en quelque sorte et s'agglutine par la chaleur, en laissant peu de résidu après sa combustion. Elle contient beaucoup de matières bitumineuses.

2° La *houille sèche* plus lourde, brûlant moins facilement, sans se fondre ni s'agglutiner, et laissant beaucoup de résidu. Elle contient peu de matières bitumineuses. Cette dernière variété porte également le nom

de *stipite;* on connaît encore les variétés suivantes : 1° *laminaire*; 2° *schistoïde*; 3° *daloïde*; 4° *compacte*; 5° *bacillaire*; 6° *irisée.*

Gisement. C'est dans la partie la plus inférieure des terrains secondaires que la houille commence à se montrer accompagnée de matières arénacées désignées sous le nom de *grès houillier.* Elle y forme des couches superposées souvent en grand nombre, ayant en général une forme concave, avec une inclinaison plus ou moins marquée; d'autrefois elles sont brisées et en zig-zag. Il y a des couches de houille qui n'ont que quelques pouces d'épaisseur; d'autres ont vingt, trente pieds, et même au-delà.

Cette substance est évidemment formée de parties de végétaux carbonisés, qui ont éprouvé une altération plus ou moins profonde. Ainsi on y distingue encore assez facilement des feuilles, particulièrement de fougères; des tiges d'équisétacées, de bambous, etc.

Les terrains houilliers sont repandus dans presque toutes les contrées du globe, où ils forment autant de petits bassins circonscrits. Les exploitations les plus considérables en France, sont celles des environs de Lille et de Valenciennes. La houille est aussi très-abondante à Saint-Étienne, à Decize, à Roanne, dans le Midi et l'Ouest de la France.

Usages. C'est un excellent combustible, très-utile surtout dans les grandes usines où l'on a besoin d'un feu très-violent. On peut, par la distillation à feu nu, en retirer le gaz hydrogène deutocarboné qui sert à l'éclairage. Le résidu est un excellent charbon privé de la

matière bitumineuse, et qu'on nomme *coak*. Il peut parfaitement remplacer le charbon de bois.

LIGNITE.

Substance ordinairement noire, quelquefois brune, opaque, plus ou moins dure, tantôt fibreuse, tantôt feuilletée ou compacte; brûlant facilement avec flamme, fumée noire souvent bitumineuse ou fétide, sans se ramollir ni se boursoufler, et donnant un charbon analogue à celui du bois.

Les lignites paraissent avoir une assez grande analogie avec la houille, puisqu'on les désigne aussi sous le nom de *houille sèche;* mais cependant ils en diffèrent en ce que par la distillation ils ne fournissent pas de naphtaline.

On distingue plusieurs variétés de lignite. Dans l'une, la structure du bois a été parfaitement conservée, de là le nom de *lignite xyloïde*, sous lequel on la connaît. Quand le lignite est dense, bien compacte et dur, il est susceptible de prendre un beau poli; on le nomme *jayet.*

Gisement. Les lignites se montrent à la fin des terrains secondaires, mais surtout dans les terrains tertiaires où ils forment souvent des dépôts considérables, mais qui comme ceux de la houille paraissent s'être formés dans des espèces de bassins circonscrits. On en trouve aux environs de Paris, à Auteuil, à Bagneux, Marly, etc.

Usages. Les lignites sont de très-bons combustibles, quoique donnant moins de chaleur que le charbon de terre.

Le jayet est surtout employé à faire des boucles d'o-

reilles, des colliers, et, en un mot, des bijoux de deuil.

Terre d'ombre.

(Terre de Cologne, de Cassel, etc.).

Matière pulvérulente, brune, terreuse, brûlant avec facilité, mais sans flamme ni fumée, et donnant pour résidu des cendres blanches ou rouges.

Gisement. La terre d'Ombre ou d'Ombrie, provient de bois plus ou moins décomposés. Dans les lieux où on l'exploite, on trouve souvent des tiges d'arbres monocotylédons ou dicotylédons plus ou moins altérées, et la terre d'Ombre n'est autre chose que le résultat de cette décomposition. On la trouve dans l'Ombrie, province des États Romains, aux environs de Cologne, sur les bords du Rhin, de Cassel, etc.

Usages. Elle sert de combustible, et dans la peinture à l'huile et à l'eau.

TOURBE.

La tourbe est une matière d'origine évidemment végétale, qui existe à la surface du sol dans certaines localités, où elle se produit et se régénère incessamment. Elle est brune ou presque noire, composée de parties filamenteuses, de débris de plantes étroitement unis entre eux, mais qui n'ont point encore subi de véritable décomposition. Elle est quelquefois presque compacte; quand elle a été convenablement desséchée, elle brûle facilement, mais sans flamme, avec beaucoup de fumée, et donne pour résidu un charbon poreux et très-léger.

Gisement. C'est toujours dans des lieux bas et humides, dans des espèces de plaines ou de bassins, où l'eau séjourne sans pouvoir s'écouler, que la tourbe se forme plus particulièrement. Elle est due à l'accumulation des plantes aquatiques qui vivent au milieu des eaux, et qui finissent par former des masses plus ou moins compactes. Ces tourbières sont communes dans beaucoup de localités. Les plus renommées en France sont celles de la vallée de la Somme, entre Amiens et Abbeville; il en existe aussi auprès de Paris, dans les environs de Corbeil et de Mennecy, à Saint-Léger, etc. Très-souvent la tourbe offre une épaisseur extrêmement considérable, elle est séparée en couches distinctes par des bancs de sable ou de cailloux qui annoncent que leur formation a été successive et souvent interrompue. Les parties les plus superficielles de la tourbe sont les plus grossières, les plus fibreuses, c'est-à-dire, celles dans lesquelles l'origine de ces dépôts est le plus évidente. Mais à mesure qu'on descend plus profondément, elle est plus compacte, plus homogène, et contient moins de corps étrangers. On trouve très-souvent dans la tourbe des coquilles qui appartiennent aux mêmes genres et aux mêmes espèces que celles qui vivent encore, dans les ruisseaux, les mares et les prairies environnantes. Assez souvent aussi on y découvre des troncs d'arbres quelquefois encore très-bien conservés, d'autrefois fort altérés.

La tourbe toujours plus ou moins imprégnée d'eau, est molle et se laisse facilement pénétrer. Des corps lourds placés à la surface d'une tourbière ne tardent pas à s'y enfoncer. C'est ainsi qu'on a souvent trouvé à une pro-

fondeur assez considérable dans l'intérieur des tourbières, des outils en fer, ou des ustensiles de ménage.

Usages. La tourbe est employée comme combustible dans tous les lieux voisins des localités où on l'exploite.

BITUMES.

On désigne sous le nom de bitumes des matières résinoïdes, solides ou liquides, odorantes, susceptibles de s'enflammer et de brûler, en répandant une fumée plus ou moins épaisse et une odeur forte et particulière, qui les caractérise.

Les espèces principales sont les suivantes:

I. Bitumes liquides.

1° LE NAPHTE,

Liquide ordinairement jaunâtre, d'une odeur forte, assez anologue à celle du goudron, presque incolore quand il a été purifié et alors presque inodore. Sa pesanteur est de 0,8.

Il s'enflamme et brûle avec une très-grande facilité, même quand on en approche seulement un corps en ignition sans le toucher.

Il se dissout avec la plus grande facilité dans l'alcohol en toute proportion et sert de dissolvant aux autres bitumes et aux résines.

D'après l'analyse qui en a été faite par M. Th. de Saussure, il se compose d'un atome de carbonne et deux atomes d'hydrogène.

Gisement. Le naphte est rarement pur dans la nature. Il

est toujours plus ou moins mélangé d'autres matières bitumineuses. C'est principalement dans les lieux d'où il se dégage du gaz hydrogène carboné qu'on trouve le naphte. Ainsi il est, dit-on, commun sur les bords de la mer Caspienne. Quand on y creuse un trou ou puits d'une dizaine de pieds de profondeur, le naphte s'y amasse. On en a aussi trouvé à Amiano, près de Parme, et dans quelques autres localités de l'Apennin. En France, c'est au village de Gabian, près Pezenas, département de l'Hérault, qu'on a trouvé cette matière. Delà le nom d'*huile de Gabian* sous lequel on la connaît.

Propriétés médicales. Le naphte et le pétrole dont nous allons parler tout à l'heure, sont des stimulans assez énergiques. On les a employés tantôt comme antispasmodiques, tantôt et plus souvent comme vermifuges. Dans ce dernier cas on les administre à la dose de 6, 12 ou même 18 gouttes, ou bien on les fait entrer dans un liniment avec lequel on fait des embrocations sur le ventre.

Le naphte peut servir et sert en effet à l'éclairage, dans les pays où il est commun. On l'emploie aussi pour conserver le potassium.

2° LE PÉTROLE.

Le pétrole n'est qu'une variété du naphte. Il est plus épais, plus coloré et d'une odeur plus forte. Il brûle aussi très-facilement, mais en répandant une fumée noire et épaisse, en laissant un léger résidu.

Par la distillation on en sépare le naphte.

Gisement. Il est très-commun en France, dans l'Auvergne, les Landes, etc.

On s'en sert soit pour l'éclairage, soit pour enduire les cordages à la manière du goudron.

3° LA MALTHE.

Cette matière est connue sous les noms de *poix minérale*, *goudron minéral*, *bitume glutineux*. Elle est épaisse, glutineuse, noire, pouvant devenir solide par les refroidissemens. La malthe diffère du pétrole par sa consistance plus épaisse, et en quelque sorte par son impureté. Elle est soluble dans l'alcohol, l'essence de térébenthine, mais en laissant un peu de matière bitumineuse insoluble.

Gisement. C'est généralement dans les terrains tertiaires qu'on trouve la malthe. Cependant cette matière paraît appartenir aussi quelquefois aux terrains secondaires. On la recueille dans plusieurs parties de la France, entre autres en Auvergne.

Usages. La malthe a les mêmes usages que le goudron, pour enduire les toiles et les cordages. Elle sert à faire de très-bons ciments, quand elle est mélangée avec du sable. Enfin on l'emploie en Auvergne, en Suisse etc. pour graisser les roues des voitures.

II. Bitumes solides.

4° L'ASPHALTE.

Matière solide noire, résinoïde à cassure nette et généralement conchoïde; inodore, infusible à la chaleur de l'eau bouillante; insoluble dans l'alcohol; pouvant brûler, et répandant une odeur bitumineuse assez forte.

Gisement. Cette matière est très-commune sur le lac

de Judée ou Asphaltique. On la trouve également dans plusieurs autres localités.

En Auvergne elle recouvre les roches.

Les Egyptiens l'employaient pour embaumer les corps. Aujourd'hui on s'en sert pour la préparation de quelques vernis noirs et pour fabriquer la couleur connue sous le nom de momie.

5° BITUME ÉLASTIQUE.

On appelle encore cette matière *élatérite*, ou *caoutchouc minéral*. Elle est brunâtre, assez molle, un peu extensible, à structure comme feuilletée, facilement fusible en une matière qui conserve sa fluidité. Elle a une odeur forte et particulière.

M. Henry fils a trouvé qu'elle était composée de carbone, d'oxigène, d'hydrogène et d'azote. Elle pourrait donc provenir de la décomposition et de l'altération de matières animales dans le sein de la terre, tandis que les autres bitumes seraient produits par des substances végétales.

Le bitume élastique a été trouvé en Angleterre et récemment en France, dans la mine de houille de Montrelais, département de la Loire-Inférieure, par M. le docteur Ollivier, d'Angers.

SUCCIN.

(*Karabé*, *Ambre jaune.*)

C'est une matière qui rappelle la découverte d'un des grands phénomènes de la nature, l'électricité, dont le

nom est tiré de celui du succin (ηλεκτρον) chez les Grecs, parce que le succin est une des matières dans lesquelles on développe la vertu electrique avec le plus de facilité par le frottement.

Le succin est une substance résinoïde, d'un jaune de miel, transparente ou opaque, solide, en morceaux de forme et de volume variable, inodore, insoluble dans l'alcohol, fusibles et alors répandant une odeur aromatique ; brûlant avec flamme et fumée et donnant par la distillation un acide particulier nommé *acide succinique*.

Sa pesanteur spécifique est de 1,07 à 1,08.

Cette matière se compose de carbone, d'hydrogène et d'oxigène.

Il y a des variétés de succin qui sont opaques et comme laiteuses, d'autres sont impures et terreuses. Sa couleur est assez variable. Ainsi il y a des variétés brunes, presque rouges, ou même complètement noires.

Quelquefois il renferme des insectes ou des débris de végétaux dans son intérieur. Les débris de végétaux appartiennent à la famille des conifères. Ces insectes, souvent très-bien conservés, appartiennent à plusieurs ordres distincts.

Gisement. C'est particulièrement dans les terrains tertiaires, au milieu des grands dépôts de lignite que cette matière abonde. On l'a trouvé à Auteuil, près Paris, et dans une foule d'autres localités.

Il existe aussi en très-grande abondance sur les bords de la mer Baltique entre Memel et Dantzig, et c'est de cette localité qu'on retire les morceaux les plus beaux.

En Sicile il est très-abondant dans le lit de certains

ruisseaux, particulièrement aux environs de Catane, au pied de l'Etna. On le travaille dans cette ville et on en fait différens ornemens.

Usages. On taille le succin et on en fait des bijous, de petits coffres, etc. Il sert à la préparation de l'acide succinique.

Autrefois on l'employait en médecine comme antispasmodique, soit en poudre porphyrisée, à la dose de quelques grains, soit en sirop. On en faisait aussi une huile qu'on en extraiait par la distillation.

Deuxième espèce : GRAPHITE *ou* PLOMBAGINE.

(Mine de plomb, Carbure de fer).

Matière d'un gris noirâtre avec l'éclat métallique, grenue, assez tendre, douce et comme onctueuse au toucher, laissant sur le papier des taches d'un gris de plomb.

Brûlant difficilement par le feu du chalumeau. Le nitre active sa combustion.

D'après l'analyse de Berthollet et Monge, cette substance se compose de carbone et de fer. Ce dernier y entre dans la proportion de neuf à dix parties sur cent.

Le graphite est ordinairement compacte, quelquefois il est écailleux, où s'enlève par feuillets.

Gisement. Il appartient communément aux roches schisteuses des terrains primitifs et intermédiaires où il forme des filons ou des amas : à la montagne du Labour, dans les Pyrénées, à Passau, en Bavière, et surtout dans

le Cumberland, en Angleterre, où il est d'une extrême pureté.

Usages. Le graphite sert principalement à la fabrication des *crayons* dits de *mine de plomb.* On sait que ceux d'Angleterre ont une grande supériorité sur tous les autres. On l'emploie encore pour adoucir les frottemens dans certaines machines.

Troisième espèce : ACIDE CARBONIQUE.

Gaz incolore, d'une odeur piquante, impropre à la combustion et à la respiration, d'une saveur aigrelette, peu soluble dans l'eau, à moins qu'on n'augmente la pression, rougissant la teinture de tournesol, précipitant l'eau de chaux en blanc, pesant 1,5277. Pouvant se liquéfier par une forte pression.

L'acide carbonique se compose d'un volume de vapeur de carbone et d'un volume de gaz oxigène, condensés en un seul, ou de 100 d'oxigène et de 37,50 de carbone, ou enfin d'un atome de carbone et de deux atomes d'oxigène.

Gisement. Ce gaz se dégage de la terre dans plusieurs localités appartenant à des terrains volcaniques, et même à des terrains secondaires. Quelquefois il s'accumule dans certaines grottes où sa pesanteur considérable le retient à la surface du sol, au-dessus de laquelle il forme une couche d'un à deux pieds d'épaisseur seulement. L'une des grottes les plus connues sous ce rapport est la *Grotte du chien*, près du lac d'Agnano, dans le golfe de

Naples. L'acide carbonique y forme une couche d'environ deux pieds de hauteur; un homme peut entrer dans cette grotte sans en être incommodé; mais un chien, se trouvant, par sa taille moins élevée, plongé dans l'atmosphère d'acide carbonique, tombe bientôt en syncope, et finirait par succomber, si on ne se hâtait de l'en retirer. Il est probable que la fameuse vallée de la mort dans l'île de Java, sur laquelle on a débité tant de contes ridicules, doit son action si violemment mortelle à l'acide carbonique qui se dégage de son fond.

L'acide carbonique gazeux existe encore dans des puits, dans des mines, surtout lorsqu'elles sont abandonnées depuis long-temps.

Les eaux minérales acidules gazeuses contiennent aussi beaucoup d'acide carbonique libre: telles sont celles de Seltz. Ces eaux sortent de terrains variés, primitifs, intermédiaires, secondaires, volcaniques.

Usages. Le gaz acide carbonique est très-délétère, et n'est guère employé en médecine que dissout dans l'eau. Il est alors rafraîchissant et diurétique. Les eaux gazeuses sont quelquefois employées avec succès pour faire cesser des vomissemens spasmodiques.

Cinquième genre. — HYDROGÈNE.

Il n'existe pas à l'état libre dans la nature. 1° Combiné avec l'oxigène, il forme l'*eau*; 2° avec le soufre, l'*acide hydrosulfurique*; 3° avec le carbone, l'*hydrogène carboné*. Nous ne nous parlerons ici que de ces deux dernières espèces.

Première espèce : **ACIDE HYDROSULFURIQUE**, *vulgairement hydrogène sulfuré.*

C'est un gaz incolore, d'une odeur forte et désagréable, celle des œufs pourris; d'une saveur également désagréable et aigre; impropre à la combustion, il éteint les corps en ignition, et brûle lui-même lorsqu'on approche une bougie d'une éprouvette qui en est remplie; il rougit la teinture de tournesol, et finit par la décolorer complétement, ainsi que beaucoup d'autres couleurs végétales. Il est décomposé par plusieurs corps simples, qui, ayant plus d'affinité pour l'hydrogène, le lui enlèvent; tels sont l'iode, le brôme, le chlore. Il noircit les sels de plomb et d'argent, et forme des sulfures de plomb ou d'argent.

Il est formé d'un atome de soufre et deux atomes d'hydrogène, et en poids de 94,117 de soufre, et 5,883 d'hydrogène.

Gisement. L'acide hydrosulfurique gazeux est rare dans la nature. Cependant il s'en forme quelquefois au voisinage des volcans, il s'en dégage aussi des matières animales en putréfaction, ou des eaux qui contiennent des matières organiques en décomposition. Dissout dans l'eau, il existe dans les eaux minérales sulfureuses, comme celles de Barèges, de Bagnères, d'Enghien, etc., auxquelles il communique l'odeur désagréable qui lui est propre.

L'acide hydrosulfurique gazeux est fort délétère. C'est lui qui rend souvent si dangereuse la vidange de certaines fosses d'aisance. Les expériences de MM. Thénard

et Dupuytren ont prouvé qu'un millième de cet acide dans l'air pouvait faire périr les oiseaux qu'on y plonge, et qu'un centième suffit pour donner la mort aux chiens les plus robustes.

Dissout dans l'eau, son action est moins intense. On l'emploie alors sous forme de bains ou de lotions, ou même à l'intérieur, dans une foule de maladies différentes, et, en particulier, dans les dermatoses, les engorgemens scrophuleux, le rhumatisme chronique, etc.

Deuxième espèce : HYDROGÈNE SEMI-CARBONÉ. *ou Carbure d'hydrogène, grison.*

Gaz incolore, insipide, inodore quand il est pur, insoluble dans l'eau, susceptible de s'enflammer par son contact avec un corps en ignition, et de brûler avec une flamme jaune-rougeâtre. Il se compose d'un atome de carbone et de quatre atomes d'hydrogène.

Gisement. Ce gaz est assez commun dans la nature. Il se dégage des eaux boueuses ou des vases qui ont été mises à nu par le retrait des eaux. Dans quelques localités il sort de terre en même temps que des eaux salées très-chargées de matières terreuses délayées, et constitue de petits monticules coniques nommés *volcans boueux*, *salses* ou *macaloubés*. J'ai eu occasion de visiter ceux qui sont à environ trois lieues au nord d'Agrigente, en Sicile, et dans lesquels le bouillonnement occasionné par le gaz qui se dégage, est d'autant plus fort qu'il a plu pendant quelques jours.

Dans certaines localités le gaz hydrogène semicarboné sort de terre dans des endroits secs et pierreux, et son inflammation le plus souvent accidentelle, constitue ce que l'on nomme vulgairement les *feux naturels* ou les *terrains ardens*. L'Italie présente plusieurs de ces feux naturels qui ont souvent, et à tort, été attribués à des causes volcaniques. Tel est surtout celui de Pietra-Mala, dans l'Apennin, à peu près à moitié chemin de Bologne à Florence; la flamme qui sort d'un terrain pierreux et comme calciné, ne s'élève guère à plus de deux ou trois pieds. En remuant les pierres dans le lieu même d'où sort la flamme, je l'ai vue quelquefois disparaître pour un instant et se remontrer bientôt après.

Certaines mares ou fontaines dont le fond est probablement très-vaseux exhalent aussi de leur surface du gaz hydrogène carboné, qui étant enflammé accidentellement constitue alors ce qu'on nomme les *fontaines* ou *sources ardentes*.

Enfin, dans beaucoup de mines de houille, particulièrement dans celles dont la houille est très-grasse et très-bitumineuse, c'est-à-dire d'excellente qualité, il se dégage fréquemment du gaz hydrogène carboné, mélangé d'un peu d'acide carbonique, et que les mineurs appellent *grison*. Ce gaz, par son inflammation subite, donne quelquefois lieu à des accidens excessivement graves, et qui compromettent singulièrement les jours des ouvriers mineurs. Grace à la belle invention de la lampe de sûreté de Davy, ces accidens sont devenus aujourd'hui beaucoup plus rares.

DEUXIÈME CLASSE.

MÉTAUX HÉTEROPSIDES.

—

PREMIER ORDRE : OXIDES INSOLUBLES.

Ce premier ordre comprend quatre métaux dont aucun n'existe à l'état libre dans la nature, ce sont :

Le zirconium ;
L'aluminium ;
L'yttrium ;
Le glucium.

Leurs oxides, autrefois considérés comme des terres, sont complétement insolubles.

PREMIER GENRE. — ZIRCONIUM.

C'est le métal dont la zircone est l'oxide. On ne le connaît dans la nature qu'à l'état de *silicate de zircone.* Il forme alors la pierre dure, désignée sous les noms de *zircon*, de *jargon* et d'*hyacinthe.*

C'est une espèce recherchée par les lapidaires, à cause de sa très-grande dureté et de son éclat, mais qui n'offre aucun intérêt sous le point de vue qui nous occupe dans cet ouvrage.

DEUXIÈME GENRE. — ALUMINIUM.

Radical de l'alumine qui est l'oxide d'aluminium.

Il fait partie d'un très-grand nombre d'espèces miné-

rales; nous nous contenterons de parler ici des suivantes :

Première espèce : CORINDON.
(*Alumine libre*).

Rayant tous les corps excepté le diamant, ayant un rhomboèdre aigu pour forme primitive; densité de 3, 9 à 4, 3, infusible. Cette espèce offre trois modifications principales :

1° *Corindon hyalin, saphir.* Cette variété contient un grand nombre de sous-variétés de cristallisation et de couleur; elles tiennent une place distinguée parmi les pierres précieuses.

2° *Corindon harmophane.* Il en existe plusieurs variétés, mais de couleur peu éclatante; il est employé dans l'Inde pour polir les pierres fines.

3° *Corindon granulaire ferrifère (émeril).* La dureté de l'émeril est connue de tout le monde, il est employé pour polir l'acier.

Deuxième espèce : ALUNITE.
(*Alumine sous-sulfatée alcaline*).

C'est une matière insoluble, assez dure pour rayer le verre, quoique difficilement, d'un poids spécifique de 2,69, cristallisant en rhomboèdre. Lorsqu'on la chauffe fortement, elle perd une partie de l'eau qu'elle contient, et devient partiellement soluble. Sa solution donne, par l'ammoniaque, un précipité gélatineux d'alumine hydratée.

Sa composition est incomplétement connue. Elle paraît être un sous-sulfate d'alumine combiné avec du sulfate de potasse.

On trouve l'alunite soit en petits cristaux rhomboédriques, soit en petites fibres, ou avec un aspect terreux.

Gisement. L'alunite appartient évidemment aux terrains volcaniques anciens. L'une des plus célèbres localités est celle de la Tolfa, dans les Etats-Romains. Je l'ai vue aussi exploitée dans la solfatarre de Pouzzoles, où elle forme des efflorescences très-abondantes, particulièrement aux environs des lieux d'où sortent encore des vapeurs chaudes.

Troisième espèce : ALUN.

(Alumine sulfatée alcaline).

Cette espèce diffère de la précédente par plusieurs caractères importans. Ainsi, elle cristallise dans le système cubique; son poids spécifique est de 1,71. Elle est blanche, soluble dans l'eau, d'une saveur acidule. Du reste, ses caractères chimiques sont les mêmes. C'est un sulfate d'alumine et de potasse hydraté.

Gisement. Cette matière constitue des efflorescences pulvérulentes ou fibreuses à la surface des schistes argileux ou alumineux, dans le département de la Moselle, dans la Saxe, la Bohême. On la trouve aussi auprès des volcans en activité ou dans les solfatarres.

Usages. Les deux espèces précédentes sont exploitées avec avantage pour la fabrication de l'alun (sulfate acide d'alumine et de potasse).

L'alun est fort employé dans les arts et la médecine. C'est un excellent mordant dans l'art de la teinture. L'alun calciné est surtout employé en médecine comme légèrement escharrotique, pour réprimer le développement des chairs fongueuses qui se développent quelquefois à la surface des plaies.

Quatrième espèce : TOPAZE.
(Alumine fluatée siliceuse).

La forme primitive de la topaze est l'octaèdre rectangulaire, elle raye le quarz. Elle est électrique par la chaleur, infusible. On connaît des topazes de plusieurs variétés de couleur : incolore, jaune roussâtre, jaune de paille, verdâtre, bleu verdâtre, bleu pâle. Les belles topazes orangées sont fort estimées en joaillerie; celles qui sont incolores et d'une belle eau le sont aussi. Les topazes se trouvent dans les roches de la plus antique formation.

Dans les différentes espèces minérales dont elle fait partie, l'alumine joue tantôt le rôle de base ou d'élément électro-positif, tantôt celui d'élément électro-négatif. Parmi les espèces de la première série, nous citerons ici la *staurotide*, le *disthène*, la *collyrite* ou *aluminite*, l'*émeraude*, les *grenats*, etc. Parmi celles de la seconde série se trouvent entre autres : le *spinelle*, qui est un aluminate de magnésie; la *gahnite*, un aluminate de zinc; le *plomb-gomme*, un aluminate de plomb, etc.

Cinquième espèce : RUBIS OU SPINELLE. *(Aluminate de magnésie).*

Cette pierre précieuse contient, selon Vauquelin, de l'alumine, de la magnésie et de l'acide chromique; elle est infusible, rayant fortement le quarz, rayée par le corindon, à cassure vitreuse, conchoïde; sa forme primitive est l'octaèdre régulier. Toutes les teintes de l'ancien spinelle ou rubis se rapprochent plus ou moins du rouge ou du rose; mais il en existe de bleu, de vert, de noir, parmi les variétés nommées pléonastes. Le spinelle, considéré comme pierre fine, suit de près le corindon rouge, dit rubis oriental; quand il est d'une teinte vive on le fait passer pour tel.

L'alumine est partie essentielle des terres connues sous le nom général d'*argiles*. Nous en dirons donc ici quelques mots.

ARGILES.

On appelle ainsi des terres plus ou moins onctueuses et douces au toucher, se délayant facilement dans l'eau avec laquelle elles peuvent former une pâte flexible. Cependant quand l'argile est en couches un peu épaisses, elle s'oppose totalement à l'infiltration des eaux. Sa couleur est très-variable, et dépend en général des matières étrangères qui y sont mélangées. L'argile bien pure est composée d'alumine et de silice; mais très-souvent elle contient de plus du carbonate de chaux, de l'oxide de

fer, qui modifient ses propriétés. Parmi les différentes espèces, nous citerons les suivantes :

1° *Argile figuline* vulgairement *terre glaise*. Elle est ordinairement d'un gris bleuâtre, très-douce au toucher, formant avec l'eau une pâte à laquelle on peut donner toutes les formes. Par l'action d'un feu violent elle est fusible. C'est avec elle que se font les carreaux, les briques, les tuiles et les poteries communes.

2° *Argile plastique* vulgairement *terre de pipe* ou *terre anglaise*. Elle est blanche et tout-à-fait infusible, ne contient pas du tout d'oxide de fer, ce qui la distingue de la précédente. C'est avec cette espèce que l'on fait les assiettes, plats, etc., dits en terre de pipe. Elle est commune aux environs de Montereau-sur-Yonne.

3° *Argile kaolin* ou *terre à porcelaine*. Elle provient de la décomposition de certaines roches feldspathiques, tels que les granits, pegmatites, etc. Elle est blanche, infusible, mais se durcissant considérablement au feu. On la trouve aux environs de Limoges, de Bayonne, et dans plusieurs autres parties de la France.

4° *Argile à foulon* ou *argile smectique*. Elle est opaque ou légèrement translucide sur les bords, très-variable dans sa couleur. On l'emploie pour dégraisser les draps.

5° *Argile ocreuse rouge* ou *bol d'Arménie*. Cette matière, qu'on tirait autrefois de l'Arménie est en masses compactes, rouges, douces au toucher, contenant souvent de petits graviers. Elle se délaie facilement dans l'eau. Aujourd'hui on la tire des environs de Saumur et de

Blois. Le plus ordinairement elle est sous la forme de petits pains ronds, marquées d'un cachet. Elle est un des ingrédiens du diascordium.

6° *Argile ocreuse pâle* ou *terre sigillée*, *terre de Lemnos*. Elle est d'un blanc rosé, en petits pains arrondis et déprimés, marqués d'un cachet, de là le nom de *terre sigillée*. Autrefois elle venait exclusivement des îles de l'Archipel; mais aujourd'hui on l'a trouvée dans une foule d'autres localités. La terre sigillée est peu employée en médecine. Elle fait encore partie de la confection d'hyacinthes.

7° On donne le nom d'*ocres* à des terres argileuses qui contiennent une très-grande quantité d'oxide de fer. L'ocre jaune doit sa couleur à l'oxide de fer hydraté; l'ocre rouge ou peroxide de fer. Ces deux matières sont employées dans la peinture en détrempe.

8° *Les marnes*. Il est extrêmement difficile de séparer nettement les marnes des argiles. Les marnes en effet sont des argiles qui contiennent du carbonate de chaux. Ainsi ce sont des mélanges en proportions très-variables d'alumine, de silice et de calcaire, suivant que c'est une de ces substances qui prédomine plus que les autres, les marnes sont argileuses, sableuses ou calcaires.

Les *marnes argileuses* se délaient facilement avec l'eau; mais elles diffèrent des argiles proprement dites, parcequ'elles ne forment avec l'eau qu'une pâte courte et qu'avec l'acide nitrique elles donnent lieu à une effervescence assez vive. Leur couleur est très-variable. Il y en a de grise, de verte, de jaune, de blanchâtre, etc.

Dans quelques localités on les exploite et on s'en sert pour fabriquer des poteries communes. Elles sont fusibles.

Les *marnes sableuses* ou *siliceuses* se reconnaissent à la grande quantité de sable fin et siliceux qu'elles contiennent. Elles sont maigres, se délaient incomplètement dans l'eau, ne pouvant pas former de pâte liée. Elles servent particulièrement à l'amendement des terres.

Enfin on nomme *marnes calcaires* celles dans lesquelles la chaux carbonatée existe en grande proportion. L'acide nitrique y détermine une vive effervescence; elles se délaient dans l'eau, mais n'y forment pas une pâte liée. Dans quelques pays on exploite ces marnes comme *pierre à chaux*. Mais elles ne fournissent qu'une chaux impure et de médiocre qualité. Leur usage principal et le plus important est pour l'amendement des terres trop froides et trop argileuses.

TROISIÈME GENRE. YTTRIUM.

L'Yttria ou oxide d'yttrium a d'abord été trouvé dans la *gadolinite* qui est un silicate d'yttria. Elle existe aussi dans deux autres espèces : L'*yttrocérite* qui est un phtorure d'yttria et de cerium et dans l'*yttrotantale* qui est un tantalate d'yttria. Ces trois espèces sont fort rares et sans intérêt pour nous. C'est de la gadolinite que les chimistes retirent l'yttria.

QUATRIÈME GENRE. GLUCIUM ou GLUCYNIUM.

C'est le métal de la glucyne ou oxide de glucynium,

découvert par Vauquelin, qui existe surtout dans deux espèces, l'émeraude et l'euclase.

L'*émeraude* est un silicate d'alumine et de glucine. Elle est également connue sous les noms de *béril* et d'*aigue marine*. Elle cristallise en prisme hexagonal régulier; elle est vitreuse, transparente, d'une couleur verte plus ou moins foncée ou jaunâtre. L'aigue marine, dont la couleur est plus pâle, est colorée par de l'oxide de fer. L'émeraude, d'un beau vert, doit sa couleur à l'oxide de chrôme. Ces deux pierres sont employées comme ornement. Les plus belles viennent du Pérou et de la Sibérie.

DEUXIÈME ORDRE : OXIDES UN PEU SOLUBLES.

Quatre métaux se trouvent réunis dans cet ordre, ce sont :

Le magnésium,
Le calcium,
Le strontium,
Le barium.

Leurs oxides, connus sous les noms de magnésie, de chaux, de strontiane et de baryte sont plus ou moins solubles dans l'eau.

PREMIER GENRE. MAGNÉSIUM.

La magnésie fait partie de plusieurs espèces minérales; nous citerons ici les suivantes :

Première espèce : EPSOMITE.

(Sulfate de magnésie hydraté ; sel d'Epsom, de Sedlitz.)

Matière incolore, vitreuse, devenant efflorescente à sa surface par son contact avec l'air atmosphérique, très-soluble, d'une saveur amère, cristallisant en prismes rhomboïdaux, contenant presque la moitié de son poids d'eau. Sa solution précipite en blanc par la potasse, et le précipité, qui est de la magnésie, devient lilas quand on le chauffe sur du charbon avec une goute de nitrate de cobalt.

Elle se compose, suivant M. Vogel, de :

Acide sulfurique.....	33
Magnésie.....	18
Eau.....	48

L'epsomite n'est pas toujours cristallisée. On la trouve quelque fois sous les formes *aciculaire* ou *fibreuse*.

Gisement. Cette espèce, à l'état solide, est peu abondante dans la nature : elle est au contraire assez commune dans certaines eaux minérales : telles sont celles d'Epsom, dans le comté de Surrey, en Angleterre ; celles de Sedlitz et d'Egra, en Bohême.

Usages. Le sel d'Epsom ou de Sedlitz et les eaux minérales qui le contiennent sont un excellent purgatif minoratif. On emploie le sel à la dose d'une demi-once à une once.

C'est avec ce sel que l'on prépare le carbonate de magnésie des pharmacies.

Deuxième espèce : GIOBÉRITE.

(Magnésite, carbonate de magnésie.)

La giobérite est tantôt cristallisée en rhomboèdre, tantôt en lamelles, tantôt amorphe et terreuse. Elle est incolore ou blanche, rayant le calcaire, happant légèrement à la langue.

Elle se dissout à froid dans l'acide nitrique avec une légère effervescence; très-souvent elle contient un peu de silice et de carbonate de chaux.

Gisement. Tantôt en veines, tantôt en masses plus ou moins volumineuses dans des roches de serpentines, en Piémont, en Tyrol, etc.

Usages. On se sert en médecine du carbonate de magnésie artificiel, qui vient principalement d'Angleterre. Il est en masses blanches, très-légères, douces au toucher. C'est un léger purgatif.

La *magnésie calcinée* se prépare en chauffant fortement le carbonate de magnésie. On l'emploie comme absorbant à l'intérieur.

Parmi les autres espèces dont la magnésie fait partie, on peut encore citer :

1° *Le talc* (silicate de magnésie), remarquable par son toucher doux. Il présente deux variétés principales: Le *talc vert* ou *la minaire*, *talc de Venise* et la *craie de Briançon* ou *talc écailleux*. Cette matière sert principalement à donner du poli et de l'éclat aux papiers satinés.

La *stéatite*, ou *pierre de lard*, ou *craie d'Espagne* est aussi un silicate d'alumine hydratée.

2° La *magnésite* (silicate de magnésie hydraté). C'est à cette espèce qu'on rapporte la matière qu'on trouve dans l'Asie mineure, répandue dans du calcaire compacte et qu'on connaît sous la dénomination vulgaire d'*écume de mer*. On en fait, comme on sait, des pipes fort estimées.

3° La *magnésie boratée* ou *boracite*, se présente sous forme de cristaux très-nets, dérivant du cube, mais qui sont toujours modifiés sur les arêtes, ils se trouvent engagés dans une chaux sulfatée grenue.

DEUXIÈME GENRE. CALCIUM.

Les espèces dont le calcium à l'état d'oxide ou la chaux fait partie sont nombreuses. Voici les principales :

Première espèce : CALCAIRE.

(Chaux carbonatée, spath d'Islande.)

C'est une des substances les plus abondamment répandues dans la nature et qu'on trouve dans des terrains de toutes les formations. C'est en même tems la substance la plus polymorphe que l'on connaisse. Nous renvoyons à ce que nous en avons dit déjà dans la première partie de cet ouvrage (page 83).

Deuxième espèce : GYPSE.

(Chaux sulfatée hydratée, pierre à plâtre, sélénite.)

Nous avons aussi parlé de cette espèce (première partie, page 85). Nous y renvoyons le lecteur.

Troisième espèce : CHAUX FLUATÉE.
(Spath-fluor, fluorite, spath vitreux.)

Elle est ordinairement en beaux cristaux cubiques, incolores ou colorés en violet, en vert, en jaune, etc. Quelquefois elle est compacte ou terreuse. Chauffée avec de l'acide sulfurique, elle laisse dégager des vapeurs d'acide hydrophtorique qui corrodent le verre.

On s'en sert à la préparation de l'acide hydrophtorique. On fait aussi des ornemens, des petits vases avec les variétés bien colorées.

Cinquième espèce : CHAUX NITRATÉE.

Ce sel est très-déliquescent, pouvant cristalliser artificiellement en prismes à six pans, terminés par des pyramides à six faces ; il fuse lentement sur les charbons ardens.

On le trouve sur les parois des vieux murs, dans les caves des maisons habitées, mais humides. Il est mélangé de nitrate de potasse et de soude.

Il sert à la préparation du nitre.

TROISIÈME GENRE. STRONTIUM.

La strontiane ou oxide de strontium forme deux espèces principales :

1° La *strontianite* ou *carbonate* de *strontiane*, qui est fort rare et se trouve près de Strontian, en Écosse, d'où lui est venu son nom.

2° La *célestine* ou *sulfate de strontiane*, tantôt cristallisée en beaux prismes obliquangles ordinairement bleuâtres, tantôt en masses fibreuses et rayonnées. Les beaux cristaux de célestine se trouvent en Sicile, associés au soufre et au gypse cristallisé. A Montmartre, près Paris, se voient en abondance des rognons de sulfate de strontiane terreuse, dans des bancs de marne verdâtre.

QUATRIÈME GENRE. BARIUM.

Les deux espèces principales dont la baryte fait partie, sont:

1° La *withérite* ou *carbonate* de baryte, substance terreuse, ou cristalline, assez dure, très-lourde, devenant phosphorescente quand on la projette sur des charbons ardens, soluble lentement avec effervescence dans l'acide nitrique. Elle est très-commune en Angleterre.

2° La *barytine* ou *sulfate de baryte*, *spath pesant*, tantôt cristallisé, tantôt amorphe, dont on se sert dans les laboratoires pour préparer la baryte et ses sels. On l'emploie aussi comme fondant pour faciliter la fusion de quelques gangues métallifères.

Il existe une variété de barytine remarquable par sa propriété phosphorescente et qu'on désigne communément sous le nom de *phosphore de Bologne*. Elle est en masses irrégulièrement globuleuses, à structure fibreuse et radiée. C'est un des corps les plus anciennement connus pour sa propriété phosphorescente. On la trouve au *Monte Paterno*, près Bologne.

Tous les sels de baryte et de strontiane sont plus ou moins vénéneux.

3e ORDRE : OXIDES TRÈS-SOLUBLES.

Dans ce troisième ordre se trouvent réunis le lithium, le sodium et le potassium, dont les oxides, la lithine, la soude et la potasse, qui sont les alcalis par excellence, sont excessivement solubles et donnent naissance à des sels également solubles.

PREMIER GENRE : LITHIUM.

La lithine a été retirée par l'analyse chimique, de deux substances minérales, la triphane et la pétalite, dans lesquelles elle existe à l'état de silicate, unie avec l'alumine. Ces deux substances sont rares et sans usages, si ce n'est pour fournir la lithine aux chimistes. Nous ne croyons pas devoir les décrire ici.

DEUXIÈME GENRE. SODIUM.

Première espèce : NATRON.
(*Sous-carbonate de soude.*)

Ce sel se montre sous la forme d'efflorescence, ou en poudre agglomérée en masses plus ou moins volumineuses. Sa saveur est fraîche, urineuse, un peu caustique ; il est très-soluble dans l'eau et peut alors former par évaporation des cristaux octaédriques à base rhombe, tronqués au sommet, qui s'effleurissent avec rapidité ; il verdit le sirop de violettes.

La composition du natron, ainsi que le prouvent les analyses faites par M. Beudant, varie suivant les localités où il a été récolté. Voici la composition de celui d'Égypte :

Acide carbonique.....	30,9
Soude.....	43,8
Eau.....	13,5
Sulfate de soude sec.....	7,3
Chlorure de sodium.....	3,1
Matière terreuse.....	1,4

Gisement. Le natron est assez abondamment répandu dans certains pays. Il forme des efflorescences blanches à la surface du sol, dans plusieurs plaines basses et humides, surtout au voisinage de la mer, en Égypte, dans l'Inde, la Hongrie, etc. Très-souvent aussi il est en dissolution dans les eaux de certains lacs, et se dépose sur leurs bords par suite de l'évaporation de l'eau. Comme ces lacs contiennent aussi de l'hydrochlorate de soude en dissolution, on trouve souvent le natron en couches minces qui alternent avec des couches de sel marin.

Usages. Partout où ce sel existe en assez grande abondance, on le recueille avec soin pour les besoins des arts. Il sert principalement à la fabrication du savon et du verre. Mais ce n'est pas ainsi qu'on se procure la plus grande partie de la soude du commerce. On l'obtient par deux autres moyens : 1° En brûlant les végétaux qui, venant au bord de la mer, contiennent beaucoup de sels de soude, telles sont les diverses espèces des genres *salsola*, *atriplex*, *chenopodium*; ou les plantes marines qui vivent dans les eaux de la mer et qu'on connaît sous la dénomination de *varecs*; de là le nom de *soude de varecs* donné à celle qu'on retire de ces végétaux; 2° le second procédé, aujourd'hui fort en usage, consiste à décomposer le sel marin par la chaux et le charbon, à l'aide de la chaleur.

Il existe un autre carbonate de soude, nommé URAO ou *trona*. C'est un sesqui-carbonate de soude, dans lequel la proportion d'acide carbonique est par conséquent plus forte que dans le natron. Il a d'abord été trouvé en Colombie par MM. Rivero et Boussingault. Il existe aussi en Egypte, en Perse, dans l'Inde et une foule d'autres localités.

Ses usages sont les mêmes que ceux du natron.

Deuxième espèce : **SOUDE SULFATÉE EFFLEURIE.**
(*Exanthalose; sel de Glauber, sel admirable.*)

Il est en efflorescence ou en dissolution dans l'eau de quelques fontaines. Sa saveur est amère et salée; il s'effleurit à l'air avec la plus grande facilité. Par la cristallisation artificielle il donne des cristaux prismatiques qui dérivent d'un octaèdre symétrique. Il fournit beaucoup d'eau par la calcination, et offre la composition suivante,

Acide sulfurique.....	44,8
Soude.....	35,0
Eau.....	20,2

Gisement. Celui qu'on trouve à l'état d'efflorescence se forme principalement dans les mines de sel gemme, dans des schistes houillers, ou à la surface du sol, comme dans la plaine de Mariemberg, en Allemagne.

Les eaux de quelques fontaines, comme celles de Château-Salins, de Dieuze; les eaux des lacs de natron en contiennent aussi en dissolution.

Usages. Ce sel peut être employé à la fabrication du

verre ou à celle de la soude artificielle. Presque tout le sulfate de soude qu'on emploie en médecine est un produit de l'art. C'est un exellent purgatif minoratif à la dose d'une demi-once à une once. On le retire aussi des eaux qui le contiennent en dissolution, et en troublant sa cristallisation, il forme de petits cristaux analogues à ceux du sulfate de magnésie, et qu'on trouve assez souvent dans le commerce sous le nom de *sel de Sedlitz de Lorraine*, parce qu'on le recueille surtout dans cette province.

Deuxième espèce : SEL MARIN.

(*Sel de cuisine, sel gemme, soude muriatée; chlorure de sodium, hydrochlorate de soude, etc.*)

Il est incolore ou accidentellement coloré, soluble dans l'eau, ayant une saveur salée et caractéristique, inaltérable à l'air quand il est pur, il y devient déliquescent quand il contient des hydrochlorates de chaux ou de magnésie. Il cristallise très-facilement en cube, et se clive avec la plus grande facilité. Sa dissolution précipite en blanc par le nitrate d'argent. Le précipité est lourd, cailleboté, soluble dans l'ammoniaque. C'est du chlorure d'argent.

Composition :

Chlore.....	60,34.
Sodium.....	39,66.

Il contient assez souvent de l'eau. Mais les chimistes ne la regardent pas comme essentielle à sa composition.

Le chlorure de sodium présente deux variétés principales, qui proviennent de son origine. Il est en masses

très-volumineuses, incolore ou diversement coloré quand on le retire de la terre, ou en petits cristaux cubiques quand il a été produit par l'évaporation des eaux qui le contiennent.

Gisement. Le sel marin se trouve : 1° dans le sein de la terre; 2° au voisinage des volcans; 3° en dissolution dans les eaux de sources, de lacs ou de la mer.

1° On nomme en général *sel gemme* celui qu'on retire des entrailles de la terre. Il y est abondamment répandu, et dans presque toutes les contrées du monde. Il semble que la prévoyance de la nature ait proportionné l'abondance du sel, à son immense utilité pour l'homme et les autres animaux. On ne le trouve ni dans les terrains primitifs, ni dans les terrains de transition, ainsi qu'on l'avait cru long-temps. Il est, au contraire, très-commun dans les terrains secondaires, et surtout dans les couches inférieures de ce terrain qui sont placées au-dessous du liais. Il est aussi très-probable que cette matière saline n'existe pas dans les terrains tertiaires.

Le sel gemme ne constitue pas à lui seul des couches distinctes, il est subordonné à des dépôts d'argile nommée *argile salifère.* Le plus souvent il est disséminé en nids, en veines; mais quelquefois aussi il forme des amas très-considérables.

« On connaît et on cite, dit M. Beudant (*Minéralogie*, t. II, p. 508), un très-grand nombre de dépôts salifères dans toutes les parties du monde, où probablement ils se trouvent dans les positions que nous venons d'indiquer. On le connaît sur toute la partie septentrionale des Karpathes, depuis Cracovie jusqu'en Bukovine et en

Moldavie (Williczka, Bochnia, Okna, etc). L'autre pente est tout aussi riche en Hongrie et en Transylvanie. Les bords des grandes plaines de la mer Caspienne, la Russie d'Europe et d'Asie en sont extrêmement riches. En Perse il s'en trouve également de grands dépôts. En Afrique, il existe des dépôts immenses en différens lieux, sur les bords du désert de Sahara, et du Fezzan, et les plaines même du désert en offrent çà et là des masses très-solides à fleur de terre. En Amérique, on en cite en Californie, à Cuba, à Saint Domingue, au Pérou, etc.; et à en juger par les nombreuses sources connues, il doit en exister également dans l'Amérique septentrionale jusqu'à la baie d'Hudson.

» Il y a des localités où il paraît que ce sont des masses immenses, des montagnes entières où le sel se présente quelquefois à nu (Okna, en Moldavie, Tauris, Tiflis, en Perse), et l'on dit que ces masses sont exploitées à ciel ouvert comme des pierres de taille. »

Les mines de sel gemme de Williczka, auprès de Cracovie, en Pologne, sont célèbres par leur étendue et l'ancienneté de leur exploitation qui remonte à l'année 1261. La profondeur de ces mines est d'environ 260 mètres. On y descend par six puits qui n'ont pas moins de quatre à cinq mètres de diamètre. Les galeries ont été taillées dans le sel gemme, et les ouvriers y ont ainsi formé des petites maisons, une écurie, des chapelles, dont toutes les parties, telles que colonnes, statues, autels, sont en sel. Ce qui n'est pas moins remarquable, c'est que ces mines ne sont nullement humides, et que dans les galeries il y a plutôt de la poussière que de la

boue. On y trouve des sources d'eau salée, et même d'eau douce. Le produit de ces mines est d'environ 120,000 quintaux de sel par année.

La France ne possède pas de mine de sel gemme, mais beaucoup de sources salées.

2° On trouve du chlorure de sodium solide sur les laves de certains volcans en activité. En 1832, j'ai recueilli dans le cratère même du Vésuve, et pendant son éruption, des masses de sel marin, blanches et poreuses. Elles y étaient très-abondantes.

3° Les sources d'eau salée sont également très-nombreuses et répandues dans presque toutes les parties du globe. Les plus renommées en France sont celles de Dieuze, Château-Salins, Moyenvic, en Lorraine. On en retire le sel par l'évaporation.

Beaucoup de lacs qui n'ont aucune communication visible avec la mer, contiennent aussi du sel en dissolution. Ils sont surtout très-communs dans le nord de l'Europe et de l'Asie.

Enfin l'eau de la mer est le réservoir commun d'où l'on extrait une grande partie du sel que l'on emploie dans l'économie domestique et les arts. Les procédés d'extraction du sel des eaux de la mer varient suivant la température des lieux. Dans les pays méridionaux, on se contente de faire arriver sur des surfaces planes et bien unies des couches de peu d'épaisseur d'eau, la chaleur de l'air suffit pour en opérer l'évaporation, et le sel reste sous forme d'une croûte légère. Mais dans les pays du Nord, on est forcé de mettre les eaux salées dans de grandes chaudières que l'on chauffe pour les concentrer;

et c'est après cette opération préliminaire qu'on les soumet à la cristallisation.

Usages. Ils sont nombreux et importans. Le sel est un objet de première nécessité pour l'homme, dans tous les états de civilisation. On peut dire que l'usage d'assaisonner et de conserver les alimens avec du sel, est à peu près général chez tous les peuples connus. Les animaux herbivores le recherchent avec avidité, et il paraît être même fort utile à leur santé. Suivant M. Beudant, la consommation annuelle du sel en Europe s'élève à 25 ou 30 milliers de quintaux, qui peuvent être évalués environ 125 ou 150 millions de francs.

Le chlorure de sodium est fort utile dans les arts. Il sert à la préparation de l'acide hydrochlorique, du chlore, de la soude artificielle. Cette dernière se fait avec le sulfate de soude qui résulte de la décomposition du sel commun par l'acide sulfurique dans la fabrication de l'acide hydrochlorique. On met ce sulfate de soude avec du charbon et du carbonate de chaux dans des grands fours que l'on chauffe fortement, on obtient du sous-carbonate de soude et du sulfure de calcium. Le chlorure de soude sert aussi à la préparation du sel ammoniaque artificiel. On traite le sulfate d'ammoniaque par le sel commun.

En médecine, le chlorure de sodium est peu employé; cependant il est purgatif et fondant à la dose d'un à deux gros dans une pinte d'eau. La même dose dans un lavement le rend plus ou moins irritant.

En petite quantité, ce sel est très-favorable à la végétation; aussi emploie-t-on avec avantage, comme engrais,

les argiles salifères. Mais en quantité plus considérable, il est, au contraire, très-nuisible à la vie des végétaux.

Enfin, le sel sert aussi à former un vernis sur les poteries communes cuites à grand feu; il agit en favorisant la vitrification de leur surface; et la soude forme un verre avec la silice de ces poteries.

Quatrième espèce : BORAX.

(*Soude boratée, tinkal, sous-borate de soude*).

Le borax naturel est en fragmens de cristaux, quelquefois en masses irrégulières, d'une saveur douceâtre, plus soluble dans l'eau chaude que dans l'eau froide; légèrement efflorescent, verdissant le sirop de violettes, cristallisant dans le système prismatique oblique, à base rectangulaire (5e type). Si on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique à la solution chaude, elle laisse déposer par le refroidissement des paillettes d'acide borique. Le borax se fond dans son eau de cristallisation par l'action d'une faible chaleur, et il finit par former un verre incolore.

Il offre la composition suivante :

Acide borique.....	36,52.
Soude.....	16,37.
Eau.....	47,10.

Gisement. Il existe en abondance dissout dans les eaux de plusieurs lacs de l'Inde, de la Perse, de la Chine, de l'île de Ceylan, du Pérou. Celui qui vient de l'Inde est en fragmens de cristaux prismatiques, couverts d'une

matière grasse brune, qui s'oppose en grande partie à son efflorescence. Le nom de *tinkal* donné à cette matière grasse a fini par s'appliquer au sel lui-même. Le tinkal qui nous venait autrefois exclusivement de l'Inde, avait besoin d'être raffiné avant d'être employé dans les arts, pour le priver de sa matière grasse.

Aujourd'hui on le fabrique artificiellement avec l'acide borique hydraté ou sassoline qui se trouve abondamment dans les lacs de la Toscane, et le sous-carbonate de soude. Il est très-probable que dans les lacs de l'Inde c'est ainsi qu'il se forme aussi, leurs eaux contenant et de l'acide borique et du natron.

Usages. Le borax sert : 1° à la préparation de l'acide borique; 2° de fondant dans les essais chimiques par la voie sèche (*voyez* 1re partie, p. 60); à préserver les soudures de l'oxidation, et à faciliter leur fusion. C'est ainsi que les orfèvres et les bijoutiers en font un très-grand usage.

La *soude nitratée* se trouve assez souvent associée à la potasse et à la chaux nitratées dans les vieux platras. Elle sert à la préparation du salpêtre.

Troisième genre. — POTASSIUM.

La découverte du potassium faite en 1807 par Davy, a changé totalement les idées des chimistes sur la nature des terres et des alcalis qui ont été reconnus comme de véritables oxides métalliques. Le potassium n'existe jamais dans la nature à l'état libre; mais à l'état de potasse ou oxide de potassium. Il forme la base d'un très-grand nombre de sels.

Première espèce : NITRE *ou* SALPÊTRE.
(*Nitrate de potasse.*)

Sel inaltérable à l'air, soluble dans l'eau, d'une saveur fraîche et comme urineuse; pouvant cristalliser en prismes rhomboïdaux, cannelés ou striés sur leurs faces, ou en tables rectangulaires; fusant fortement sur les charbons ardens, donnant, par l'hydrochlorate de platine, un précipité jaune serin, et par la limaille de cuivre et l'acide sulfurique, des vapeurs nitreuses jaune orangé.

Sa composition est :

Acide nitrique.....	53,54.
Potasse.....	46,46.

Gisement. Le salpêtre se forme tous les jours dans les habitations humides, dans les lieux bas exposés à l'action des matières organiques en décomposition. Il est alors mélangé d'une très-grande quantité de chaux, de soude et de magnésie nitratées, et se présente sous la forme d'efflorescences à la surface des vieux murs. On le trouve également loin des habitations dans des grottes calcaires ou feldspathiques, en Touraine, à la Roche-Guyon, sur les bords de la Seine; ou enfin en efflorescence à la surface de terrains sablonneux et calcaires, sur les bords du Rhône, à Villeneuve-lès-Avignon, département du Gard, dans les landes de la Gascogne, en Chine, en Égypte, etc.

Usages. Cette matière étant fort utile, on la recueille avec soin partout où elle existe naturellement. Dans beaucoup de localités même on provoque sa formation,

en réunissant toutes les circonstances qui peuvent la favoriser, c'est-à-dire que l'on fait des nitrières artificielles.

Le nitre sert à la préparation de la poudre à canon, de l'acide nitrique, de l'acide sulfurique, etc. En médecine, c'est un excellent diurétique à la dose de dix à vingt grains.

Deuxième espèce : **POTASSE SULFATÉE.**
(*Tartre vitriolé, sel polycreste de Glaser, sel de duobus, etc.*).

Ce sel, peu commun dans la nature, y est sous la forme d'une efflorescence blanche, inaltérable à l'air, soluble dans l'eau, d'une saveur légèrement amère : sa dissolution donne des cristaux prismatiques et rhomboïdaux.

Il est composé de :

Acide sulfurique.....	45,95.
Potasse.....	54,05.

Gisement. On n'a encore trouvé cette substance saline qu'à la surface de certaines laves récentes, au Vésuve.

Usages. Tout le sulfate de potasse qu'on emploie en médecine a été préparé artificiellement, surtout dans l'extraction de l'acide nitrique, du nitrate de potasse, par le moyen de l'acide sulfurique. Il est purgatif à la dose de deux gros à une demi-once.

La potasse du commerce ou le sous-carbonate de potasse est un sel artificiel que l'on obtient par l'incinération des plantes ligneuses. Dans cet état, elle est impure et contient plusieurs autres sels, du charbon, etc. Celle qu'on emploie dans les laboratoires de chimie, ou pour

les usages pharmaceutiques, se prépare en brûlant dans un mortier de platine, parties égales de nitrate et de tartrate de potasse. Ces deux sels sont décomposés, et le résidu de cette opération est du sous-carbonate pur. C'est avec ce sous-carbonate, traité par son poids de chaux vive qu'on obtient la potasse pure ou potasse caustique, que l'on connaît en pharmacie sous le nom de *pierre à cautère.*

APPENDICE *contenant les sels d'ammoniaque naturels.*

NOTA. Nous plaçons ici les sels ammoniacaux à cause de leurs rapports chimiques avec ceux de potasse et de soude.

SELS D'AMMONIAQUE.

On reconnaît les sels d'ammoniaque aux caractères suivans : par l'addition d'un alcali caustique ils dégagent une très-forte odeur d'ammoniaque ; ils sont tous solubles dans l'eau ; leurs solutions ne sont point précipitées par les alcalis caustiques ou leurs carbonates. Le genre ammoniaque ne comprend que trois espèces naturelles.

Première espèce : AMMONIAQUE SULFATÉE. (*Mascagnine*).

C'est une substance blanche, amère, très-piquante, cristallisant en prismes rhomboïdaux, soluble dans deux fois son poids d'eau froide : solution ayant les caractères des sels ammoniacaux.

Composition :

Acide sulfurique.....	53,1
Ammoniaque.....	22,6
Eau.....	24,3

Acide sulfurique 1 atôme, ammoniaque 2 atômes, eau 2 atômes.

Gisement. Cette substance se trouve en efflorescence sur les laves récentes de l'Etna et du Vésuve, sur les laves décomposées, dans les houillères embrasées. On l'a signalée à la surface des plaines sableuses des environs de Turin, et en solution dans les eaux, en Toscane.

Deuxième espèce : **AMMONIAQUE MURIATÉE.**
(*Sel ammoniac, hydrochlorate d'ammoniaque, Salmiac.*)

Cette substance est complétement volatile sur des charbons ardens; sa saveur est piquante; elle cristallise dans le système cubique; sa forme dominante est l'octaèdre; elle est légèrement flexible quand on agit sur un fragment alongé; elle est soluble dans six fois son poids d'eau froide.

Les principales variétés de forme sont 1° primitive; 2° concrétionnée, 3° plumeuse; 4° striée.

Composition :

Acide hydrochlorique.....	67,97
Ammoniaque	32,03

Gisement. Le sel ammoniac se trouve dans la nature, dans les houillères embrasées et particulièrement dans les volcans, à la surface des laves, en masses plus ou moins

considérables. On le rencontre ainsi au Vésuve et à l'Etna. Dans des espèces de solfatarres de l'Asie centrale il forme des dépôts si considérables, qu'il peut être exploité avec profit ; mais presque tout le sel ammoniac qu'on emploie provient de la décomposition par le feu des matières animales, qui produisent ainsi du carbonate d'ammoniaque, que l'on convertit ensuite en sulfate au moyen du plâtre, puis en hydrochlorate en chauffant le sulfate avec du sel marin.

Usages. Dans les arts on emploie le sel ammoniac pour décaper les métaux que l'on veut étamer ; il sert aussi à préparer l'ammoniaque liquide. En médecine, on l'emploie comme stimulant, il entre dans la préparation du vin antiscorbutique.

Troisième espèce ; ALUN AMMONIACAL.

(*Ammonalun.*)

C'est une substance blanche, soluble, d'une saveur acerbe, cristallisant dans le système cubique, donnant de l'eau par la calcination et quand elle est longuement continuée, laissant pour résidu l'alumine pure.

Sa solution dégage l'odeur ammoniacale par l'addition d'un alcali caustique, et précipite en gelée par l'ammoniaque.

Composition ;

Sulfate d'alumine.....	37
Sulfate d'ammoniaque.....	18
Eau.....	45

Gisement. Cette espèce ne s'est encore trouvée qu'en petites masses fibreuses dans les dépôts de lignite de Tschermig, en Bohème.

Usages. Elle sert aux mêmes usages que l'alun à base de potasse.

TROISIÈME CLASSE.

MÉTAUX AUTOPSIDES,

OU

MÉTAUX PROPREMENT DITS.

On appelle MÉTAUX des corps solides à la température ordinaire de l'atmosphère (à l'exception du mercure qui est liquide), presque complétement opaques, d'une densité considérable, si l'on excepte les métaux hétéropsides, dont quelques-uns sont plus légers que l'eau, doués d'un éclat particulier nommé *éclat métallique*, pouvant prendre pour la plupart un très-beau poli, qui augmente encore cet éclat, très-bons conducteurs du calorique et du fluide électrique; ayant, en général, une couleur qui leur est propre et susceptibles de se combiner avec l'oxigène pour former des oxides ou des acides, avec les différens corps simples, ou enfin entre eux pour former des alliages. On connaît quarante espèces de métaux.

Les métaux peuvent se rencontrer dans la nature : 1° à l'état natif, c'est-à-dire purs et isolés de toute combinaison; 2° combinés avec les corps simples électro-négatifs, c'est-à-dire à l'état d'oxides, de sulfures, de chlorures, de phosphures, etc.; 3° enfin à l'état de sels.

Examinons rapidement les diverses propriétés caractéristiques des métaux en général.

1° L'*opacité* des métaux est une de leurs propriétés caractéristiques. Réduite à la ténuité la plus grande, une lame d'or conserve cependant une opacité telle qu'elle ne laisse pas passer sensiblement la lumière, et appliquée sur la porcelaine polie, elle ne laisse nullement apercevoir les couleurs qui sont dessous.

2° L'*éclat métallique* qui est propre aux métaux, dépend en grande partie de leur opacité qui leur permet de réfléchir avec force les rayons lumineux. Cette propriété les rend propres à la confection des diverses sortes de miroirs. Le poli augmente encore l'éclat dans les métaux.

3° Les métaux ont une *couleur* qui leur est propre, et qui peut souvent servir à les caractériser, parce qu'elle est constamment la même quand ils sont purs. Ce sont, avec les corps combustibles, les seuls qui aient une couleur propre. Presque toutes les autres substances doivent leur coloration à un métal ou à un oxide métallique.

4° La *densité* est plus grande dans les métaux que dans aucune autre classe de corps. Il faut toutefois en excepter le potassium et le sodium qui, l'un et l'autre, sont plus légers que l'eau distillée. L'étain, le plus léger des métaux usuels, pèse plus de sept fois autant que l'eau et

le platine, qui est le plus lourd, près de 21 fois.

Les principaux métaux peuvent être rangés dans l'ordre suivant, quant à leur densité :

Platine, or, tungstène, mercure, plomb, argent, bismuth, nickel, cobalt, cuivre, fer, étain, zinc, manganèse, antimoine, urane, arsenic, sodium, potassium.

5° La *malléabilité* ou la propriété de s'étendre en lame sous le choc du marteau ou la pression du laminoir, varie dans les différens métaux. Elle est très-grande dans quelques-uns, très-faible dans quelques autres. Les métaux malléables sont dans l'ordre de leur malléabilité : l'or, l'argent, le cuivre, l'étain, le platine, le plomb, le zinc et le fer.

Certains métaux au lieu de s'étendre, se brisent sous le choc du marteau, tels sont le cobalt, l'antimoine, le manganèse. Ils sont *aigres* ou cassans.

6° Une autre propriété qu'on confond souvent avec la malléabilité, c'est la *ductilité* ou la propriété de s'étendre en fils plus ou moins déliés. L'or, l'argent, le fer, l'acier, le cuivre, sont essentiellement ductiles.

7° La *ténacité* est souvent en rapport avec la ductilité. Elle se mesure par le poids que peut supporter un fil métallique, d'un diamètre connu, sans se rompre. On peut classer dans l'ordre suivant les métaux tenaces : l'or, le fer, le cuivre, le platine, l'argent, l'étain, le plomb.

8° Les métaux sont encore remarquables par leur *élasticité*. Ils sont même presque les seuls corps inertes qui possèdent cette propriété. Nul métal ne l'offre au même degré que l'acier.

9° Les métaux conduisent la chaleur avec une grande

force et une grande rapidité. On sait avec quelle facilité le calorique se répand dans une lame ou dans une tige métallique chauffée seulement à l'une de ses extrémités.

10° Il n'y a pas de métaux qui soient absolument infusibles. Le platine lui-même peut être amené à l'état liquide, mais par le feu le plus violent que nous puissions produire. Le degré de la fusibilité est extrêmement variable. Il y a des métaux qui étant plus volatils que fusibles, ne peuvent être amenés à l'état liquide, si l'on n'augmente pas la pression atmosphérique : tel est l'arsenic.

On a très diversement classé les métaux, suivant le point de vue particulier sous lequel on les a considérés. Ainsi les anciens qui recherchaient surtout dans les métaux les propriétés qui pouvaient les rendre utiles, les divisaient en *métaux* proprement dits, c'est-à-dire ceux qui possédent les vrais signes caractéristiques des métaux, et surtout la malléabilité, la ductilité, etc.; tels sont le fer, l'or, le cuivre, l'argent, le plomb, etc.; et en *demi-métaux*, ou ceux dans lesquels ces propriétés étaient moins marquées ou n'existaient pas, comme le manganèse, le cobalt, l'arsenic, l'antimoine, etc.

On a aussi divisé les métaux en malléables et en aigres.

Haüy en a formé deux classes : 1° les métaux autopsides : ce sont tous ceux qu'on a trouvés dans la nature avec l'éclat métallique ; 2° les métaux *hetéropsides*, ou ceux qui n'existent jamais naturellement avec les propriétés caractéristiques des métaux; ce sont ceux qu'on a retirés des alcalis et des terres.

M. Thénard a fondé une excellente classification des métaux qu'il partage en six classes, d'après l'ordre de

leur affinité pour l'oxigène. Mais cette classification entièrement chimique ne saurait être employée facilement dans un ouvrage de minéralogie.

Enfin, M. Berzélius, remarquant que dans les métaux il en est qui peuvent se combiner avec les autres corps simples, à la manière des agens minéralisateurs, les a divisés, d'après leur électricité, et leur mode d'action, dans les combinaisons dont ils font partie, en deux classes : les métaux électro-négatifs et les métaux électro-positifs.

1° *Métaux électro-négatifs.*

Il y en a dix, savoir :

Sélénium.	Tungstène.
Arsenic.	Antimoine.
Chrôme.	Tellure.
Molybdène.	Titane.
Vanadium.	Tantale.

2° *Métaux électro-positifs.*

Il y en a 30, savoir :

Or.	Bismuth.	Zirconium.
Platine.	Etain.	Glucinium.
Iridium.	Plomb.	Aluminium.
Osmium.	Cadmium.	Magnésium.
Palladium.	Zinc.	Calcium.
Rhodium.	Nickel	Strontium.
Argent.	Cobalt.	Baryum.
Mercure.	Fer.	Lithium.

Cuivre.	Manganèse.	Sodium.
Urane.	Cérium.	Potassium.

ORDRE PREMIER.

MÉTAUX ÉLECTRO-NÉGATIFS.

Ce sont ceux qui dans les combinaisons avec d'autres corps simples peuvent jouer le rôle d'agens minéralisateurs, c'est-à-dire agir à la manière des acides, et qui dans les composés dont ils font partie, soumis à l'action décomposante de la pile voltaïque, se rendent au pôle positif.

PREMIER GENRE. ARSENIC.

L'arsenic se trouve dans la nature: 1° à l'état natif, tantôt isolé, tantôt mélangé avec le plomb, l'antimoine; 2° à l'état d'oxide blanc, ou acide arsenieux; 3° à l'état d'acide arsenique combiné avec différentes bases et formant la chaux, le cobalt, le nickel, le plomb, le cuivre, le fer arseniaté; 4° à l'état de sulfure rouge (réalgar) ou de sulfure jaune (orpiment).

Première espèce : ARSENIC NATIF.

L'arsenic a été connu des anciens. Aristote en parle et le désigne sous le nom de *sandaraque*. Mais c'est Schrœder qui, le premier en 1649, fit connaître avec soin les propriétés de l'arsenic métallique.

L'arsenic natif, dans une cassure récente est d'un gris de plomb et souvent même comme argentin; mais exposé

à l'air il devient d'un gris presque noir. Il a la texture grenue ou lamellaire, plus rarement bacillaire; d'un aspect comme velouté; il est assez fragile, non ductile. Il pèse, d'après Brisson 5,72 à 5,76. Celui du commerce qui semble moins compacte, pèse au contraire 8,308 d'après Bergmann.

Ce métal est complétement volatil sur les charbons ardens et répand à l'air une fumée blanche, et une odeur alliacée caractéristique. La fumée blanche se condense en une poudre qui est de l'oxide blanc d'arsenic ou acide arsenieux. A l'abri du contact de l'air, l'arsenic brûle avec une flamme bleue, et se volatilise sans se fondre.

Pour le fondre on est obligé d'augmenter la pression atmosphérique; il peut alors, par le refroidissement, cristalliser en tétraèdres.

Il est tantôt en masses, plus ou moins volumineuses, grenues ou écailleuses, quelque fois bacillaires; on distingue les variétés suivantes: 1° lamellaire; 2° testacé; 3° bacillaire; 4° aciculaire radié; 5° globuliforme; 6° massif.

Gisement. L'arsenic se trouve dans les filons métallifères des terrains primitifs, mêlé aux sulfures d'argent, de plomb, au cobalt, au nickel, etc. Il est rarement pur. Le plus souvent il contient un peu de fer, dont il est assez difficile de le séparer.

Usages. L'arsenic est un métal plus nuisible qu'utile, car dans les mines où il existe, il nuit à l'exploitation des autres matières métalliques. Cependant il a quelques usages. Combiné au platine et au cuivre il forme un alliage employé dans la confection des miroirs de téles-

çope. Réduit en poudre et mis avec de l'eau, il sert à la destruction des mouches. Delà le nom de *poudre aux mouches* qui lui est donné.

Deuxième espèce : ARSENIC OXIDÉ.

(*Acide arsenieux, oxide blanc d'arsenic, arsenic, mort aux rats*).

Il est blanc, tantôt cristallisé en octaèdres ou en tables quadrangulaires ou en aiguilles, transparent, ou pulvérent et mat. Il est frjable, pesant environ 3,70. Il est légèrement soluble dans l'eau, d'une saveur acre métallique et corrosive.

Mis sur des charbons ardens, il est décompsé, réduit à l'état d'arsenic métallique, qui se volatilise et répand l'odeur alliacée et finit, en absorbant l'oxygène de l'air, par repasser en partie à l'état d'acide arsenieux. Par lui-même il n'a pas l'odeur alliacée, car si on le volatilise sur une plaque métallique il est inodore.

A l'abri du contact de l'air et placé dans un tube fermé, le calorique le volatilise sans le fondre.

Dissout dans l'eau, l'acide hydrosulfurique, colore d'abord la liqueur en jaune, et au bout de quelques instans y forme un précipité jaune de sulfure d'arsenic soluble dans l'ammoniaque. Le précipité se forme de suite si on chauffe ou si on ajoute quelques gouttes d'acide hydrochlorique.

La même dissolution précipite en vert de pomme par un sel de cuivre, si on y ajoute un peu de potasse caustique. Le précipité est de l'arsenite de cuivre ou vert de Schèele.

L'acide arsenieux offre la composition suivante :

Arsenic.....	75,81
Oxigène.....	24,19

C'est une combinaison de deux atomes d'arsenic et de trois atomes d'oxigène.

Gisement. Cette matière assez rare se trouve en général en efflorescence dans les mines d'arsenic, en Saxe, dans les Pyrénées, etc.

Usages. L'acide arsenieux est un des poisons les plus violens. Il sert à hâter la vitrification dans la fabrication du verre et à la préparation du *vert de Schèele* ou arsenite de cuivre, du vert de Sweinfurt, mélange d'arsenite et d'acétate de cuivre. Ces deux couleurs sont fort employées, particulièrement dans la fabrication des papiers peints. C'est avec l'acide arsenieux que l'on prépare les autres produits dont l'arsenic fait la base, comme l'orpin ou orpiment jaune, le savon arsenical, dit savon de Becœur, que les naturalistes emploient pour conserver et préserver des vers les peaux d'animaux empaillés.

L'acide arsenieux faisait partie de la pâte arsenicale du frère Come, que l'on applique sur les ulcères cancereux superficiels.

Mais l'acide arsenieux étant assez rare dans la nature, c'est, toujours de celui qu'on a préparé artificiellement par le grillage des mines de cobalt arsenical, que l'on se sert pour les différens usages que nous venons d'indiquer.

Sulfures d'arsenic.

On en connaît deux dans la nature, le réalgar et l'orpiment.

Troisième espèce : RÉALGAR.

(*Protosulfure rouge.*)

Il est rouge-orangé transparent, assez tendre et fragile, pouvant acquérir facilement par le frottement l'électricité résineuse, cristallisant en prismes obliques rhomboïdaux. Sa cassure est conchoïdale ou granuleuse suivant sa texture. Insoluble et sans saveur. Il pèse 3,6.

Traité par le chalumeau, il brûle avec une flamme bleuâtre ayant à la fois l'odeur de soufre et d'ail, qui appartient aux deux corps dont il est composé. Dans le tube fermé il est fusible et volatile. Brûlé à l'air il se décompose et forme de l'acide sulfureux, de l'arsenic métallique et de l'oxide blanc d'arsenic.

Il est composé d'arsenic, 69, et de soufre 31, c'est-à-dire d'un atome de soufre et d'un atome d'arsenic.

Variétés de forme : 1° primitif; 2° bacillaire; 3° laminaire; 4° compacte.

Gisement. Le réalgar se trouve fréquemment au voisinage des volcans. De là, le nom de *soufre rouge des volcans*, sous lequel on le désigne quelquefois. Il se rencontre aussi dans les gites métallifères, associé au plomb, au cobalt, à l'argent, en Hongrie, en Bohême, en Transylvanie.

Usages. On l'emploie dans la peinture sous le nom d'*orpin rouge.* C'est aussi un poison très-violent.

Le réalgar artificiel contient ordinairement de l'acide arsenieux, ce qui le rend très-vénéneux.

Les Chinois en font des pagodes et des vases, dans les-

quels l'eau acquiert la propriété purgative, quand elle y a séjourné quelques instans.

Quatrième espèce : ORPIMENT.

(*Deutosulfure jaune ou sesquisulfure d'arsenic.*)

Il est d'un beau jaune doré, presque transparent, surtout celui qui est en lames, assez tendre pour être facilement entamé par l'ongle, sa cassure est souvent lamelleuse et très-brillante. Il cristallise quelquefois en prismes rhomboïdaux obliques. D'autrefois il est en lames assez grandes, en lamelles entrecroisées ou compacte et plus ou moins mélangé de matières terreuses.

Ses propriétés chimiques sont les mêmes que celles du protosulfure.

Variétés de forme : 1° laminaire ; 2° sublaminaire ; 3° concretioné, globuliforme.

Il se compose de 62 parties d'arsenic et 38 de soufre, c'est-à-dire de deux atomes d'arsenic et de trois atomes de soufre.

Gisement. On le trouve dans les mêmes localités que le précédent.

Usages. Employé en peinture sous les noms d'*orpin jaune* ou *orpiment.* C'est principalement de celui qui vient de la Chine et de la Perse et qu'on désigne sous le nom d'*orpin doré*, que les peintres se servent. Celui qu'on prépare artificiellement en chauffant ensemble l'acide arsenieux et le soufre, n'est pas employé par les peintres. Il sert à dissoudre l'indigo, dans les fabriques de toiles peintes. Quoique vénéneux, il fait partie de quelques médicamens, comme le collyre de Lanfranc, le baume vert.

DEUXIÈME GENRE. CHROME.

Le chrôme est un métal découvert par Vauquelin, en 1797, dans le *plomb rouge* de Sibérie, et qu'on ne trouve que très-rarement dans la nature. Laugier en a constaté la présence dans les aérolithes et dans le fer natif météorique. On ne le rencontre guère qu'à l'état d'oxide ou à l'état d'acide chromique, formant le plomb rouge ou plomb chromaté, le fer chromaté, etc.

Le chrôme isolé de son oxide par le moyen du charbon, a beaucoup d'analogie avec le manganèse; sa couleur est d'un blanc terne, sa densité de 5,90. M. Dumas dit n'avoir pu le fondre en culot dans le feu d'une forge capable de fondre une livre de fer doux en un quart d'heure; il est en masse spongieuse, assez dure pour rayer le verre, et susceptible d'un très-beau poli.

L'air, à la température ordinaire, n'exerce aucune action sur lui; par la chaleur il se convertit en protoxide vert; les acides les plus concentrés sont presque sans action sur lui; tandis que chauffé avec les nitrates ou les carbonates alcalins, il absorbe l'oxigène, passe à l'état d'acide chromique et se combine avec les bases.

Les minerais de chrôme se reconnaissent facilement au chalumeau, à cause de la propriété que possède son oxide de donner au verre une belle teinte verte.

Espèce : CHRÔME OXIDÉ.

C'est une substance verte, comme terreuse, inaltérable à l'air, insoluble dans les acides, infusible au chalu-

meau sans addition, mais donnant avec le borax un verre d'une belle couleur verte, très-persistante.

Elle se compose de :

Oxigène.	29,89.
Chrôme	70,11.

C'est-à-dire de 2 atomes de chrôme et de 3 atomes d'oxigène.

Gisement. Le chrôme oxidé se rencontre dans les terrains de cristallisation, très-souvent mélangé de matières siliceuses, à la montagne des Écouchets, entre Conches et le Creusot, département de Saône-et-Loire.

Usages. L'oxide de chrôme sert principalement à colorer le verre et les poteries en vert ou à la peinture sur porcelaine. Mais celui qui existe dans la nature n'étant pas assez abondant on le prépare pour les besoins des arts en décomposant le fer chromaté naturel, qui est assez commun en Amérique, et dans d'autres localités.

TROISIÈME GENRE. MOLYBDÈNE.

Le molybdène, découvert par Schèele, en 1778, existe dans la nature, 1° à l'état d'oxide blanc, en efflorescence sur certaines mines de son sulfure; 2° à l'état de sulfure; 3° à l'état d'acide molybdique combiné avec le plomb.

Nous ne parlerons ici que du sulfure de molybdène, qui est la mine la plus commune, et du plomb molybdaté, à l'article *plomb*.

Le molybdène ne peut s'obtenir à l'état compacte, et est ordinairement en masse poreuse ou en globules, qui offrent des indices de cristallisation. Il est d'un blanc

grisâtre, susceptible d'acquérir un beau poli, par le frottement, sa densité est de 8,6. L'air, à la température ordinaire, n'a qu'une faible action sur lui; mais à une chaleur même peu intense, il se convertit successivement en oxide brun, puis en acide molybdeux bleu, enfin en acide molybdique blanc.

L'acide sulfurique concentré le convertit en oxide ou en acide molybdeux; tandis que l'acide nitrique le change en acide molybdique. Les alcalis, par le feu, exercent la même action.

Espèce : MOLYBDÈNE SULFURÉ.

Il est gris de plomb brillant, offrant la structure lamelleuse, rarement compacte, plus rarement cristallisé en prismes hexagonaux, flexible, onctueux et doux au toucher, tachant le papier à la manière de la plombagine, sa densité est de 4,6 à 4,7.

Infusible au chalumeau, il y répand l'odeur d'acide sulfureux et laisse sur le charbon un dépôt blanc d'acide molybdique.

L'acide nitrique le transforme en une poudre blanche (acide molybdique), devenant bleue par une lame de zinc qui le ramène à l'état d'acide molybdeux bleu.

Variétés de forme et de texture: 1° primitif, en lames hexagonales; 2° trihexaèdre; 3° laminaire; 4° lamelliforme.

Composition :

Soufre	40.
Molybdène	60.

C'est-à-dire 2 atomes de soufre et 1 atome de molybdène.

Gisement. En amas ou en filons dans les terrains primitifs, en Dauphiné, aux Pyrénées, etc., en Saxe, en Angleterre, en Bohème.

Les usages du sulfure de molybdène se réduisent à fournir le molybdène métallique et l'acide molybdique, dont on peut avoir besoin dans les laboratoires de chimie.

QUATRIÈME GENRE : TUNGSTÈNE OU SCHÉELIN.

Schèele en analysant le minéral nommé par les minéralogistes Suédois, Schéelin calcaire, y découvrit un acide qu'il nomma acide tungstique. Cet acide fut aussi reconnu peu de temps après dans le Wolfram, par MM. d'Elhuyart, qui parvinrent même à en retirer le métal qu'ils nommèrent Tungstène. Ainsi obtenu, ce métal qu'on ne connaît dans la nature qu'à l'état d'acide combiné avec la chaux ou le fer et le manganèse, est spongieux ou grenu, d'une couleur grise assez terne, devenant brillant par le frottement et ressemblant alors au molybdène, mais plus dur que ce dernier. Il est extrêmement pesant, 17,6, presqu'infusible, absorbe l'oxigène de l'air à chaud, et passe successivement à l'état d'oxide et puis d'acide. Les acides sulfurique et hydrochlorique concentrés sont sans action sur lui. Mais l'eau régale, et l'acide nitrique le transforment en acide tungstique. On l'obtient en décomposant l'acide tungstique dans un creuset bien brasqué, ou mieux encore en le réduisant par l'hydrogène sec à l'aide d'une vive chaleur.

Première espèce WOLFRAM.

(*Schéelin ferrugineux, tungstate de fer et de manganèse.*)

Sa couleur est le brun plus ou moins foncé, avec l'éclat métalloïde, tantôt en masse, tantôt cristallisé, opaque, à poussière brune rougeâtre, sans action sur le barreau aimanté, facilement clivable et cristallisant en prisme rectangulaire oblique, d'une densité de 7, à 7,3.

Il est difficilement fusible au chalumeau sans addition. Il colore le borax en jaune, par l'oxide de fer qu'il contient, et le sel de phosphore en rouge sombre au feu de réduction.

Le wolfram peut se présenter soit en cristaux prismatiques et rhomboïdaux, soit en baguettes, ou en masses lamellaires.

Voici les résultats de l'analyse faite par M. Berzélius :

Acide tungstique.....	78,775
Protoxide de fer.....	18,320
Protoxide de manganèse.	6,220
Silice.....	1,250

Gisement. Dans les terrains primitifs, et spécialement dans les gneiss et les pegmatites, aux environs de Limoges, en Angleterre, en Ecosse, en Suède, etc.

Deuxième espèce : SCHÉELITE.

(*Schéelin calcaire, wolfram blanc, tungstate de chaux, mine d'étain blanche.*)

Il est blanc ou légèrement jaunâtre, à structure vitreuse, ayant un éclat gras, il cristallise en octaèdre à

base carrée, et se clive facilement; sa densité est de 6,76. Il se fond au chalumeau, mais avec beaucoup de difficulté en un verre incolore. L'acide nitrique le dissout et laisse déposer l'acide tungstique sous forme d'un précipité blanc. Il est composé d'après M. Berzélius de :

Acide tungstique..	80,427
Chaux.....	19,400

Gisement. Dans les mêmes terrains et à peu près dans les mêmes localités que le wolfram.

L'acide tungstique existe encore combiné avec le plomb, formant le *tungstate de plomb*. Mais cette espèce qu'on a trouvée dans les mines d'étain de Zinwald en Bohême est excessivement rare.

Usages du tungstène. A l'état métallique, il est sans usage. C'est de ses minerais qu'on retire l'acide tungstique pour les laboratoires de chimie.

CINQUIÈME GENRE : ANTIMOINE.

On trouve l'antimoine dans la nature sous les états suivans : 1° natif; 2° oxidé; 3° sulfuré; 4° oxidé sulfuré.

Première espèce : ANTIMOINE NATIF.

Les anciens avaient connaissance de quelques-uns des minerais dont l'antimoine fait partie. Ainsi Pline appelle *stibium*, l'antimoine qu'on trouve uni aux mines d'argent, ce nom est resté dans la nomenclature latine pour l'antimoine proprement dit. C'est vers le milieu du quinzième siècle que Bazile Valentin, célèbre alchimiste, fit

connaître l'antimoine métallique dans son ouvrage intitulé : *Cursus triumphalis antimonii.*

Il est blanc d'argent, devenant un peu terne ou jaunâtre quand il a été long-temps exposé à l'air. Il se clive facilement en octaèdre. Sa cassure est lamelleuse très-éclatante. Fusible par la chaleur, et volatil en une fumée blanche sans odeur d'ail, caractère essentiel qui distingue l'antimoine de l'arsenic, avec lequel il a beaucoup de rapports.

Sa pesanteur spécifique est de 6,712. L'acide nitrique le dissout avec dégagement de gaz nitreux et formation d'un précipité blanc d'oxide d'antimoine ou acide antimonieux, insoluble dans l'eau, autre caractère qui le distingue de l'arsenic dont l'oxide également blanc est soluble. L'acide hydrochlorique le dissout complétement, et l'eau le précipite en blanc de sa dissolution dans cet acide; l'acide hydrosulfurique le précipite en jaune rougeâtre; mais ce précipité est à peine soluble dans l'ammoniaque, autre caractère qui le distingue encore de l'arsenic. Il en existe deux variétés, 1° laminaire; 2° lamellaire.

Gisement. Il est rare que l'antimoine se rencontre bien pur dans la nature, presque toujours il est mélangé d'arsenic, qui répand une odeur alliacée quand on le projette sur des charbons ardens.

C'est ordinairement dans les minerais arsenifères que l'on trouve ce métal, à Chalanches en Dauphiné, par exemple.

Deuxième espèce : ANTIMOINE OXIDÉ BLANC.

(*Protoxide d'antimoine, fleurs argentines d'antimoine.*)

L'antimoine oxidé forme des masses blanches plus ou moins transparentes, ou des tables à quatre faces rectangulaires; on le trouve aussi en fibres divergentes et étoilées, très-tendres. Sa cassure est lamelleuse, sa pesanteur spécifique de 3,56. Il est excessivement fusible, même à la flamme d'une bougie, et se réduisant en totalité en une fumée blanche, sans odeur alliacée. On le réduit très-facilement sur le charbon en un globule métallique.

Composition :

Oxigène....	15,68
Antimoine...	84,32

C'est-à-dire qu'il est formé de deux atomes d'antimoine et de trois atomes d'oxygène.

Variétés. 1° en lames rectangulaires ; 2° en aiguilles divergentes; 3° terreux.

Gisement. Cette matière est assez rare. On la trouve dans les dépôts d'argent arsenifère à Chalanches, en Dauphiné, en Bohême, etc.

Troisième espèce : ANTIMOINE SULFURÉ.

(*Stibine, antimoine gris.*)

L'antimoine sulfuré est le minerai d'antimoine le plus commun; il est d'un gris de plomb assez éclatant surtout

dans une cassure récente. Il cristallise avec une très-grande facilité, et le plus souvent sous la forme d'aiguilles, qui, sont des prismes à quatre pans. Quelquefois il est en masses laminaires, ou offre la structure bacillaire ou compacte. Sa poudre est noire et tache fortement.

Sa pesanteur spécifique varie de 4,3 à 4,6.

Il se fond avec la même facilité que l'antimoine métallique. Il se volatilise et donne l'odeur de soufre qui brûle, et des vapeurs blanches d'oxide d'antimoine.

L'acide nitrique se comporte avec lui comme avec l'antimoine métallique.

L'acide hydrochlorique le dissout complétement avec dégagement de gaz acide hydrosulfurique.

Composition :

Soufre.....	27,22
Antimoine.....	72,78

Variétés : 1° en aiguilles entrecroisées en différens sens; 2° en aiguilles rayonnées; 3° à structure bacillaire; 4° laminaire; 5° compacte. Il existe près Freyberg une *antimoine sulfuré argentifère* qui est d'un gris beaucoup plus obscur.

On appelle *bournonite* un triple sulfure d'antimoine de plomb et de cuivre.

Gisement. L'antimoine sulfuré est une substance très-commune dans une foule de localités où elle constitue des filons dans les terrains primitifs; en Auvergne, dans le Gard, la Lozère, l'Ardèche, etc.

Usages. C'est cette espèce que l'on exploite pour en retirer l'antimoine métallique. Pour cela il suffit de gril-

ler les mines de sulfure, et de les traiter ensuite par le charbon dans des creusets.

L'antimoine fait partie de plusieurs médicamens importans, comme l'émétique, le kermès minéral, le soufre doré d'antimoine, le beurre d'antimoine, etc.

Il forme, en s'unissant à d'autres métaux, des alliages dont quelques-uns sont très-usités dans les arts. Ainsi, l'alliage d'antimoine et de plomb sert à faire les caractères d'imprimerie; celui d'antimoine et d'étain sert à la préparation des planches sur lesquelles on grave la musique: on le désigne quelquefois sous le nom de métal d'Alger, on en fait des cuillers, des timbales, etc.

Quatrième espèce : ANTIMOINE OXISULFURÉ.
(*Antimoine rouge ou kermès naturel.*)

Il est d'un rouge brunâtre plus ou moins foncé à l'extérieur, avec un éclat soyeux et comme velouté, d'un rouge assez vif intérieurement; tantôt en aiguilles rayonnées, tantôt en masses plus ou moins volumineuses. Il est très-tendre, presque friable, d'une pesanteur spécifique de 4,6.

Il fond très-facilement au chalumeau en répandant des vapeurs d'antimoine et une faible odeur de soufre qui brûle.

Variétés : on en connaît deux; 1° aciculaire, 2° amorphe.

Composition:

		atom.
Oxide d'antimoine.....	30,14....	1
Sulfure d'antimoine.....	69,86....	2

Gisement. Dans les mines d'antimoine et d'arsenic, entre autres à Allemont en Dauphiné.

Le kermès, employé en médecine, est une préparation artificielle.

SIXIÈME GENRE : TELLURE OU SYLVANE.

Le tellure ainsi nommé par Klaproth, est le même métal que Werner appelait *sylvane.* On le trouve natif, ou plus souvent allié avec le plomb, l'or, l'argent, etc., et formant des tellurures.

Espèce : TELLURE NATIF.

C'est un métal d'un gris d'acier ou d'un blanc bleuâtre, assez tendre et fragile, ordinairement lamelleux, dont la pesanteur spécifique varie de 5,72, à 6,53. Il cristallise quelquefois en lames polygones ou en petits cristaux prismatiques.

Il est très-fusible au chalumeau et presque entièrement volatil, en un oxyde blanc.

Le tellure a été découvert en 1782 par Muller, dans les minerais connus pendant long-temps sous les noms d'*or blanc*, *or paradoxal*, *or problématique*, où il existe allié à l'or et au plomb.

Gisement. On ne connaît le tellure natif qu'à Fazbay en Transylvanie, dans un terrain de transition où il forme de petites veines.

Mais le tellure est fréquemment uni au plomb et à l'or, et il forme l'espèce désignée par les minéralogistes sous les noms d'*élasmose* ou *tellure auro-plombifère.* Il

est d'un gris de plomb également lamelleux; donnant l'odeur sulfureuse quand on le chauffe.

Composition :

Tellure.....	26
Plomb.....	46
Or.....	7
Soufre.....	2
Cuivre.....	1

Gisement. Il est exploité à Nagy-ag en Transylvanie, comme mine d'or.

Septième genre : TITANE.

C'est W. Grégor qui, en 1781, reconnut la présence de ce métal dans le sable ferrugineux d'un ruisseau de la vallée de Menachan en Cornouailles; Kirwan lui donna le nom de menachine. Klaproth, en 1795, ayant découvert le même métal dans le schorl rouge de Hongrie, lui donna le nom de titane.

Ce métal est constamment combiné dans la nature avec l'oxigène, formant ainsi un oxide ou acide, qui peut se combiner avec les bases.

On n'était presque pas parvenu à obtenir le titane à l'état métallique, lorsque le célèbre Wollaston en constata l'existence dans les hauts-fournaux alimentés par la houille employée à extraire le fer du carbonate de fer. Il y est disséminé dans les scories sous la forme de petits cristaux cubiques, très-éclatans, d'une couleur jaune-rougeâtre. Ces cristaux sont très-durs, puisqu'ils raient le quarz. Ce métal absorbe difficilement l'oxigène, ce n'est qu'à la chaleur la plus élevée qu'il passe à l'état d'oxide

ou plutôt d'acide titanique. Il est infusible, parfaitement fixe, et d'une densité de 5,3. Les acides sont sans action sur lui, l'acide nitro-muriatique l'attaque à peine.

Fondus avec la soude, les minerais de titane forment un sel insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide hydrochlorique. Cette solution, si elle est pure, précipite en rouge brun par l'hydrocyanate ferruré de potasse; si elle contient du fer, le précipité est vert d'herbe.

Première espèce : TITANE RUTHILE.

(*Titane oxidé rouge, schorl rouge de Hongrie, titanite.*)

Substance d'un rouge brunâtre, quelquefois jaunâtre, d'un éclat métalloïde, très-éclatante, opaque ou translucide, à structure laminaire, très-dure, rayant le verre avec facilité, d'une pesanteur spécifique de 4,25, offrant des cristaux dérivés d'un prisme à base carrée. Infusible au chalumeau, à moins qu'on y ajoute du borax, il se fond alors et se boursouffle.

C'est un bioxide offrant la composition suivante :

Oxigène.....	33,95
Titane.....	66,05

Il contient de plus un peu d'oxide de fer, de manganèse ou de chaux.

Cette espèce nous montre une grande variété dans ses formes cristallines, et surtout une tendance remarquable dans ses cristaux à s'unir deux à deux par une face terminale oblique à l'axe. Le plus communément ses cristaux sont des prismes à quatre ou à huit pans

terminés par des pyramides à un égal nombre de faces. — Ses variétés non cristallisées, sont : *lamelliforme*, *cylindroïde* ou en longs prismes striés; *aciculaire* ou en aiguilles très-fines, etc.

Gisement. Dans les terrains primordiaux il forme des veines, de petits amas ou même des cristaux disséminés au milieu des différentes roches primitives et intermédiaires; à Saint-Yriex, près Limoges, dans la vallée de Chamouny, à Moustiers, en Savoie, en Écosse, en Hongrie, etc.

Les joailliers donnent le nom de *cheveux de Vénus* à de petits cristaux aiguillés de titane ruthile, qu'on trouve engagés dans du quarz hyalin limpide. On taille ces morceaux et on en fait des bijoux.

Deuxième espèce : TITANE ANATASE.
(*Schorl bleu*, *oïsanite*, *octaédrite.*)

Il est en petits cristaux octaédriques, ordinairement d'une teinte bleuâtre, rarement incolores, ayant l'éclat métalloïde; d'une densité de 3,82; rayant le verre. Infusible au chalumeau; donnant avec le sel de phosphore, un verre d'un bleu violâtre. Il se clive avec facilité; sa cassure est conchoïde.

Sa composition paraît être la même que celle du ruthile.

Ses variétés de formes sont assez nombreuses, toutes dérivent d'un octaèdre aigu à base carrée.

Gisement. Moins répandu que l'espèce précédente, le titane anatase existe dans les terrains primitifs et les

terrains d'alluvion. C'est dans les granites du Dauphiné qu'il a d'abord été découvert par Schreiber, dans les montagnes de l'Oïsans. Il existe aussi au Saint-Gothard, dans les Grisons, les Pyrénées, etc.

Indépendamment de ces deux espèces principales, il en est encore quelques autres dont le titane fait partie ; tels sont ; 1° *le fer titané* ou *titane oxidé ferrugineux*, 2° le *sphène* ou *titane silicéo-calcaire*. Le premier est un titanate de fer, contenant souvent du protoxide de manganèse ; le second est un silicio-titanate de chaux.

Usages du titane. Ils ne sont pas connus.

Huitième genre. TANTALE ou COLOMBIUM.

Ce métal a été découvert presque à la même époque (en 1801), par Hatchett, dans un minerai provenant d'Amérique, et par Ekeberg dans un minerai de Suède. Le premier lui donna le nom de *Colombium*, parce qu'il provenait d'Amérique ; le second l'appella *Tantale*, pour faire allusion à l'une de ses propriétés les plus remarquables, celle d'être insoluble dans la plupart des acides. Ce dernier nom a prévalu dans la science.

Ce métal est fort rare. M. Berzélius est parvenu à l'isoler complétement en décomposant le fluorure de tantale et de potassium par le potassium. Il a une couleur gris de fer terne, devenant brillante par le frottement ; l'air sec n'a aucune action sur lui à la température ordinaire, mais au rouge il brûle avec flamme et se convertit en acide tantalique. Il est mauvais conducteur de l'électricité. Tous les acides sont sans action sur lui, à l'exception de l'acide

hydrophtorique qui le dissout, en dégageant de l'hydrogène. Le chlore et le soufre se combinent avec lui. Il détonne quand on le chauffe avec un alcali ou avec le nitre.

Le tantale n'a jamais été trouvé à l'état métallique dans la nature. Il y existe combiné avec l'oxigène en formant un acide assez faible, uni à quelques bases. Les deux espèces principales qui le contiennent sont la *tantalite* et l'*yttrotantalite*.

Première espèce : TANTALITE.

(*Tantale oxidé, tantale oxidé ferro-manganisifere, columbite.*)

La tantalite est un tantalate de protoxide de fer, de manganèse, de chaux et d'étain. C'est une matière métalloïde noirâtre, infusible au chalumeau, à cassure inégale et chonchoïde, d'une densité de 6 à 7,9. Ses cristaux assez peu prononcés paraissent dériver d'un prisme rhomboïdal oblique.

Gisement. C'est une substance disséminée en petite quantité dans la pegmatite où elle forme de petits nids, ou de petits cristaux, en Finlande, en Angleterre, en Suède, etc.

Deuxième espèce : YTTRO-TANTALITE.

(*Tantale oxidé yttrifère, tantalate d'yttria.*)

Sous ce nom on a réuni des matières fort diverses par leur couleur tantôt noire, tantôt jaune, tantôt brune.

Toutes sont un tantalate d'yttria mélangé de chaux, de fer, d'acide tungstique ou même d'oxide d'urane.

L'yttrotantalite fort rare n'a encore été trouvée qu'en petits nids disséminés dans les pegmatites, en Suède et en Groenland.

DEUXIÈME ORDRE.

MÉTAUX ELECTRO-POSITIFS.

Ils se comportent à la manière des bases dans les composés où ils entrent et par l'action de la pile ils se rendent au pôle négatif.

PREMIER GENRE. CÉRIUM *.

MM. Berzélius et Hisinger ont donné ce nom à un nouveau métal qu'ils ont découvert, en 1804, dans la mine de cuivre de Bastnaès, à Diddarehyta, en Westmanie, où il existe à l'état d'oxide, combiné avec la silice et l'oxide de fer. Cronsted avait décrit le même minéral sous la dénomination de tungstène de Bastnaès. Depuis cette époque l'oxide de cérium a été retrouvé dans quelques autres minéraux, tous assez rares. Le cérium, à l'état métallique, n'a encore été obtenu qu'en faible quantité par les chimistes, aussi ne connaît-on qu'imparfaitement ses pro-

* Ce nom a été donné par MM. Berzélius et Hisinger, pour rappeler la planète Cérès, découverte en 1801 par Piatti, célèbre astronome de Florence.

priétés. Il est d'un blanc grisâtre, lamelleux, très-cassant et volatil à une haute température.

Les espèces principales qui contiennent de l'oxide de cérium sont : 1° Le *cérite* ou *cérium oxidé silicifère rouge*; 2° l'*allanite* ou *cérium oxidé silicifère noir*; 3° l'*orthite*; 4° le *cérium fluaté*; 5° et l'*yttrocérite*.

Deuxième genre. — MANGANÈSE.

Ce métal se rencontre dans la nature, tantôt combiné avec l'oxigène ou le soufre, tantôt à l'état de sel combiné avec les acides carbonique et phosphorique.

Le peroxide de manganèse a été long-temps employé dans les verreries et les fabriques d'émaux, comme une variété de fer magnétique; c'est Schèele qui, en 1774, fit connaître sa véritable composition. Peu de temps après, Gahn retira le métal, mais encore uni au carbone. Le nom de manganèse est dérivé de celui de *magnesia nigra* sous lequel les anciens minéralogistes désignaient le peroxide de manganèse.

Le manganèse, retiré de son oxide, au moyen du charbon, est d'un gris d'argent, très-dur, rayant l'acier trempé, pesant 8,013, aussi difficile à fondre que le fer. Il absorbe l'oxigène de l'air à la température ordinaire avec une grande facilité, et décompose l'eau à la même température.

En se combinant avec l'oxigène le manganèse peut former quatre oxides : le protoxide vert; le deutoxide rouge; le sesquioxide brun noirâtre, et le peroxide noir. Les trois derniers se rencontrent seuls dans la nature. Les minerais manganésifères se reconnaissent facilement

par la voie sèche; ils communiquent au borax, par le feu d'oxidation, une belle couleur violette; chauffés au rouge avec la potasse caustique, ils la colorent en vert.

Les sels de protoxide, les seuls qu'on obtienne facilement et qui existent dans la nature, sont faciles à reconnaître aux caractères suivans : ils précipitent en blanc par la potasse, la soude et l'ammoniaque, par les hydrosulfates solubles; le précipité jaunit et brunit à l'air dont il absorbe l'oxigène; mais ils précipitent également en blanc légèrement rosé par le prussiate ferruré de potasse.

Oxides de manganèse.

M. Beudant dans la seconde édition de son traité de minéralogie a parfaitement distingué les différens minerais confondus sous le nom d'oxides de manganèse. Il en admet trois espèces.

Première espèce : MANGANÈSE PEROXIDÉ.
(*Pyrolusite, manganèse oxidé métalloïde.*)

Il est en masses cristallines, d'un gris de fer, ou gris d'acier, avec l'éclat métallique très-prononcé, dur, rayant le calcaire, cristallisant dans le système du prisme rhomboïdal oblique; sa poussière est constamment noire, sa densité est de 4,82 à 4,94.

Il est tout-à-fait infusible au chalumeau; si on le fond avec le borax, il donne lieu à une vive effervescence occasionnée par le dégagement de l'oxigène. Par la chaleur, il se décompose facilement, et passe à l'état de sesqui-

oxide; les acides sulfurique et phosphorique très-concentrés le décomposent totalement, et il y a formation de sels de protoxide. L'acide hydrochlorique le décompose, il y a dégagement de chlore et formation de protochlorure de manganèse et d'eau.

Ses variétés sont assez nombreuses; il est tantôt cristallisé en prismes à huit pans terminés par des sommets dièdres, tantôt en grosses aiguilles (mang. bacillaire), tantôt *mamelonné*, grenu, compacte ou terreux.

Il offre la composition suivante :

Oxigène.....	35,99.
Manganèse.....	64,01.

C'est-à-dire qu'il est formé de deux atomes d'oxigène et d'un atome de manganèse.

Gisement. C'est le minerai de manganèse le plus commun. Il constitue des masses plus ou moins considérables dans une foule de localités appartenant aux terrains primitifs et intermédiaires en France, dans le département de la Moselle, en Saxe, au Hartz, etc.

Deuxième espèce MANGANÈSE HYDRATÉ CRISTALLISÉ.

(*Braunite, manganèse oxidé friable, manganèse brun, sesquioxide de manganèse*).

Il diffère du précédent par la couleur de sa poussière, qui est d'un brun très-foncé, et non complétement noire, par sa cristallisation en octaèdres à base carrée; sa densité est de 4,818; infusible sans addition au chalumeau, il

est légèrement effervescent quand on le chauffe avec le borax.

Cette espèce est tantôt *cristallisée*, tantôt en masses fibreuses ou lamelleuses, tantôt à l'état terreux.

Voici sa composition :

Oxigène	29,66.
Manganèse	70,34.

Gisement. On a découvert cette espèce en Thuringe, dans le Mansfeld et à Saint-Marcel en Piémont.

Usages. Contenant moins d'oxigène que la précédente, elle est moins avantageuse pour en retirer ce gaz, et pour les verreries; mais elle peut servir à la préparation du chlore.

Troisième espèce : MANGANÈSE OXIDÉ PRISMATIQUE.

(*Manganite; acerdèse*; *hydroxide de manganèse*, *manganèse oxidé argentin; manganèse oxidé terreux et friable*).

Il a l'éclat métalloïde; sa poussière est brune, sa couleur est le noir brunâtre, ou le noir de fer. Il cristallise en prisme rhomboïdal droit.

Infusible au chalumeau, il donne de l'eau quand on le calcine dans un tube; chauffé avec le borax, il forme une légère effervescence. Voici les résultats de son analyse faite par Turner :

Deutoxide de manganèse	89,90.
Eau	10,10.

C'est une combinaison de trois atomes de deutoxide et d'un atome d'eau.

Cette espèce est celle qui se présente sous le plus grand nombre de formes différentes. Ainsi, elle est *cristallisée*, *bacillaire*, *fibreuse* ou *capillaire*, en masses mamelonnées, en stalactiques, en masses globuleuses et comme testacées, enfin à l'état terreux.

Gisement. Très-abondamment répandue dans les terrains primordiaux et de sédiment, elle forme des amas considérables, souvent mélangée avec les gîtes ferrifères. A Laveline, dans les Vosges; à Lavoulte (Ardèche); à l'Abbaye de Sept-Fonds (Allier); à Baigorry (Hautes-Pyrénées), etc., etc.

Usages. Elle peut être employée dans les verreries.

Quatrième espèce MANGANÈSE SULFURÉ.

Cette espèce ressemble beaucoup au manganèse oxidé, elle est lamellaire, d'un gris noirâtre, métalloïde; pesant 3,95; sa poussière est d'un jaune verdâtre; elle est infusible au chalumeau; se dissout avec effervescence dans l'acide nitrique.

L'analyse de Vauquelin a donné les résultats suivans:

Soufre	33,65.
Manganèse	66,35.

C'est-à-dire un atome de soufre et un atome de manganèse.

Elle est en petites masses à Nagy-ag, en Transylvanie, associée au tellure.

Cinquième espèce : MANGANÈSE CARBONATÉ.

(*Diallogite, manganèse lithoïde*).

Il est d'un blanc rosé ou d'un rouge rosé, à texture lamellaire, ou compacte, tantôt cristallisé en rhomboèdre obtus; il est assez dur, d'une densité de 3, 2 à 3,592. Il se dissout avec effervescence dans l'acide nitrique à chaud. Il est composé de 38 parties d'acide carbonique et de 62 p. de protoxide de manganèse.

Cette espèce est tantôt cristallisée, tantôt en masses lamellaires ou compactes. Par rapport à la couleur, il en existe de blanc et de brunâtre.

Gisement. Cette espèce est assez rare dans la nature. Elle est souvent associée à la chaux carbonatée silicifère; on la trouve principalement dans les mines de Nagy-ag, en Transylvanie.

Sixième espèce : MANGANÈSE PHOSPHATÉ.

Il est brun noirâtre compacte, à structure lamellaire, assez dur, d'une pesanteur spécifique de 3, 9, se dissolvant sans effervescence dans l'acide nitrique; assez fusible au chalumeau.

Vauquelin, qui en a fait l'analyse, l'a trouvé composé de 42 de deutoxide de manganèse, de 31 d'oxide de fer, de 27 d'acide phosphorique. Il existe une variété de manganèse phosphaté ferrifère, sublaminaire, d'un brun rougeâtre.

Gisement. Le manganèse phosphaté existe aux environs de Limoges, dans un terrain de granite.

Usages du manganèse. Le peroxide de manganèse sert en chimie à la préparation de l'oxigène et du chlore.

Dans les verreries, on l'emploie pour ôter au verre sa couleur jaune; mais il faut pour cela qu'il ne renferme pas de fer. Si on l'y ajoute en trop grande quantité, il le colore en violet. On fait avec ses oxides des couleurs brunes qui sont employées dans la peinture sur porcelaine.

TROISIÈME GENRE. FER.

Le plus utile de tous les métaux et, en même tems le plus abondamment répandu dans la nature, où il se montre dans toutes les espèces de terrains.

On trouve le fer sous des états très-variés. Il est un des onze métaux qui existent à l'état natif dans la nature. Mais le plus communément il est combiné avec l'oxigène, le soufre ou les acides.

Première espèce : FER NATIF.

Le fer, purifié par les procédés métallurgiques est d'un gris plus ou moins éclatant, d'une texture grenue ou lamellaire, plus ductile que malléable : c'est le plus tenace des métaux, puisqu'un fil de fer de deux millimètres de diamètre peut supporter sans se rompre un poids de 249k. 659 milligrammes. Il est magnétique, mais sous l'influence d'un aimant. Il offre une dureté très-grande

qui augmente encore quand il se combine dans certaines proportions avec le carbone ; il constitue alors l'acier, qui est le plus dur de tous les métaux.

Sa densité est de 7,788. Il exige une haute température pour fondre, 158° du pyromètre de Wedgewood. Il est à peine volatil.

Le fer exposé à l'air s'y altère, il s'oxide et passe à l'état de rouille, qui est un sous-carbonate de fer hydraté.

Il peut se combiner avec les acides et former des sels à base de protoxide, de deutoxide ou de tritoxide.

Les protosels de fer ont en général une couleur verdâtre : les alcalis les précipitent en blanc, mais le précipité verdit presqu'immédiatement, puis devient rouge, parce que le protoxide précipité passe rapidement à l'état de deutoxide, puis de tritoxide ; l'ammoniaque dissout le précipité ; l'hydrocyanate ferruré de potasse jaune les précipite en blanc, mais le précipité devient bleu par le contact de l'air ; les hydrosulfates les précipitent en noir ; l'infusion de noix de galles les précipite en violet dès qu'ils ont eu le contact de l'air.

Le fer natif est cristallisé en octaèdre ou sous forme de dendrites ; tantôt il est en masses qui offrent un très-grand nombre de cavités irrégulières, de là le nom de fer *caverneux* ; d'autres fois enfin il est en petits globules ou fragmens dans les aérolithes ou pierres tombées du ciel.

Gisement. Le fer natif est rare dans la nature. Il existe soit disséminé dans des filons, comme aux environs de Grenoble, dans la Saxe, le Brésil ; soit dans des produits volcaniques, en Auvergne, au Vésuve, etc. ; soit à l'état de

masses éparses à la surface du sol et que l'on considère comme étant tombées de l'atmosphère.

Ces blocs de fer météorique sont quelquefois extrêmement volumineux. Ainsi on en cite un auprès de la ville de Janisseik, en Sibérie, qui pèse 1,400 livres, une autre à Olumpa, près Saint-Yago, dans la province de Tucuman, dont le poids a été évalué environ 30,000 livres. Pendant long-temps on a totalement ignoré l'origine de ces blocs de fer natif, dans lesquels il existe toujours une petite quantité de nickel, de chrôme, et même de cobalt; mais il a été constaté de la manière la plus évidente que des masses moins volumineuses de fer, ayant absolument les mêmes caractères, sont tombés de l'atmosphère à des époques connues. Ainsi on sait qu'il est tombé un bloc de cette nature à Hrasina, près d'Agram, en Croatie, le 26 mai 1751, à six heures du soir; une autre à Lahore, dans l'Indostan, le 17 avril 1621, etc. Or, les grands blocs de fer natif de la Sibérie, de l'Amérique, etc., ont absolument les mêmes caractères que ceux dont l'origine est bien constatée; ces blocs reposent sur toute espèce de terrain, même sur la terre végétale. Tout porte donc à croire qu'ils ont une origine semblable à celles des blocs météoriques, et aujourd'hui tous les minéralogistes, sont à peu près d'accord sur ce point. (Voyez à la fin de l'ouvrage la note sur les aérolithes ou météorites).

Deuxième espèce : **FER OXIDÉ MAGNÉTIQUE.**

(*Fer oxidulé, pierre d'aimant*).

C'est le deutoxide de fer des chimistes. Il contient 71,79 de fer et 28,21 d'oxigène. M. Beudant le considère comme un ferrate de fer, c'est-à-dire comme une combinaison dans laquelle le peroxide de fer agissant comme corps électro-négatif, s'unit au protoxide de fer. Il lui donne donc la composition suivante :

Peroxide de fer	69.
Protoxide de fer.....	31.

Il est d'un gris sombre, quelquefois brunâtre, ayant l'éclat métallique, tantôt parfaitement cristallisé en octaèdre, ou en dodécaèdre rhomboïdal, à structure granulaire ou lamellaire ; il n'est point ductile et se brise assez facilement. Sa poudre et constamment noire.

Sa pesanteur spécifique est de 4,74 à 5,09. Il est insoluble dans l'acide nitrique et colore le borax en vert bouteille.

Le fer magnétique est tantôt cristallisé, tantôt à structure lamellaire, tantôt granulaire, ou compacte, ou terreux.

La propriété la plus remarquable de cette espèce c'est son magnétisme, qui y existe avec une force extraordinaire. Aussi forme-t elle ce que l'on nomme la pierre d'aimant naturelle, avec laquelle on peut communiquer la propriété magnétique ou aimanter du fer métallique et former des aiguilles ou des barreaux aimantés.

Gisement. Cette espèce existe sous la forme de couches dans les terrains primitifs, particulièrement en Suède, en Norwège, en Corse, au Saint-Gothard, dans la province de Minas Geraes au Brésil, etc. Elle forme quelquefois à elle seule des montagnes; telle est celle du *Taberg*, dans la province de Smoland, en Suède, qui en est presque uniquement composée.

Usages. C'est un des minerais de fer les plus riches et les plus productifs. C'est lui qu'on exploite particulièrement en Suède.

Troisième espèce : FER OLIGISTE.

(*Peroxide de fer, colcothar, fer oxidé rouge, fer micacé, ocre rouge, hematite rouge, sanguine.*)

M. Beudant réunit en une seule les deux espèces que la plupart des minéralogistes ont distinguées sous les noms de fer oligiste et de fer oxidé rouge. Ces deux espèces ont en effet la même composition et la plupart de leurs caractères sont communs.

Le fer oligiste se présente sous deux aspects tout à fait différens, 1° il est gris de fer, avec l'éclat métalliques 2° rouge avec un aspect lithoïde. Mais un caractère commun c'est que dans les variétés cristallisées ou avec l'éclat métallique, la poudre est constamment d'un rouge brun; elle est noire dans l'oxide de fer magnétique et jaune dans l'hydroxide.

Cette espèce cristallise très-facilement dans le système rhomboïdrique et ses cristaux présentent un grand nom-

bre de modifications. Sa pesanteur spécifique est de 5,24 à 5,50. Le fer oligiste, surtout dans les variétés très compactes, est quelquefois légèrement attirable à l'aimant. Il offre la composition suivante.

Fer.....	69,34.
Oxigène.....	30,66.

Variétés. Elles sont nombreuses. Celles qui sont cristallisées sont brillantes, polies, d'un gris d'acier, souvent irisées. Ces cristaux, qui sont en général des rhomboèdres sont quelquefois tellement déprimés qu'ils affectent une forme *lenticulaire.*

Il est quelquefois sous la forme de lames minces brillantes qui sont aussi des rhomboèdres tronqués très-profondément, dans les produits volcaniques; on le nomme alors *fer spéculaire* des volcans.

Sa texture peut être lamellaire, fibro-lamellaire, granulaire ou compacte.

Les variétés lithoïdes ou terreuses ne sont pas en moins grand nombre. Elles sont ordinairement d'une couleur rouge brunâtre plus ou moins foncée. Leur texture est quelquefois écailleuse, d'autrefois fibreuse ou testacée, on les nomme alors *hématite rouge*; ou enfin compacte et terreuse: elles forment alors la *sanguine* ou *mine de crayons rouges.* Cette variété contient beaucoup d'argile et il est fort difficile d'assigner la ligne de démarcation qui sépare le fer oligiste terreux, des argiles ocreuses rouges, qui contiennent également beaucoup de peroxide de fer.

Gisement. Les variétés cristallisées ou métalloïdes a

partiennent en général aux terrains de cristallisation, tandis que les lithoïdes se voient dans les terrains de sédiment. Les premières sont en couche, en amas ou en filons puissans; quelquefois même elles constituent presqu'à elles seules des montagnes, comme à Gellivara, en Laponie. Les localités les plus remarquables sont à Framont, dans les Vosges, en Laponie, en Suède, et surtout l'île d'Elbe d'où viennent la plupart de ces magnifiques groupes de fer oligiste cristallisé.

Usages. Minerai de fer très-riche. Les variétés terreuses servent à faire les crayons et l'ocre rouges.

Quatrième espèce : LIMONITE.

(*Fer hydroxidé, fer hydraté, fer oxidé brun, fer en grains, hématite brune ou noire, ætite, etc.*)

Cet oxide est métalloïde ou terreux; dans ce dernier cas il est plus ou moins jaunâtre, il contient toujours de l'eau, qu'il perd par la calcination. Sa poudre est constamment jaune. Il est susceptible de cristalliser en cubes ou en octaèdres rectangulaires. Sa pesanteur spécifique est de 3,37 à 3,94.

Il se compose de :

Peroxide de fer.....	85,130
Eau.....	14,70

Ses variétés principales sont les suivantes, indépendamment de celles qui offrent une cristallisation parfaitement régulière:

1° *Limonite stalactitique* ou *mamelonnée* (vulg. héma-

tite brune), à structure fibreuse, testacée ou compacte.

2° *Limonite géodique* (vulg. *ætite* ou *pierre d'aigle*), en rognons ou en morceaux de formes très-variées, creux au centre et renfermant un noyau de même matière, qui est mobile.

3° *Limonite oolithique* (vulg. *mine de fer en grains*), en globules arrondis de la grosseur d'une tête d'épingle à celle d'un gros pois. C'est le minerai qu'on exploite plus particulièrement dans une partie de la Bourgogne, de la Nièvre et du Berri.

Limonite compacte, *terreuse*, *etc.*

Gisement. Le fer hydroxidé se rencontre dans des positions assez variées, depuis les terrains de transition jusqu'aux terrains tertiaires les plus récens. Cette espèce est répandue très-abondamment dans la nature et c'est une de celles que l'on exploite avec le plus d'avantage pour en retirer le fer.

Sulfures de fer.

Cinquième espèce : FER SULFURÉ JAUNE.
(*Pyrite de fer*, *pyrite martiale*).

Substance métalloïde, d'un jaune de laiton, inaltérable à l'air, à cassure rabotteuse et éclatante; elle donne des étincelles par le choc du briquet. Un fragment exposé à la flamme d'une bougie, répand une odeur sulfureuse et finit par devenir attirable à l'aimant; d'une pesanteur spécifique de 4,6 à 5.

L'analyse de M. Berzélius a donné les résultats suivans :

Soufre.....	54,26
Fer.....	45,74

C'est-à-dire deux atomes de soufre et un atome de fer.

La pyrite de fer cristallise très-facilement dans le système du cube. Ses formes dominantes sont le cube, l'octaèdre, le cubo-octaèdre et le dodécaèdre pentagonal.

Ses variétés non cristallisées sont très-nombreuses Sa texture est tantôt écailleuse, tantôt fibreuse. Très-souvent il prend des formes empruntées en remplissant des moules laissés vides par la destruction d'autres corps, comme des coquilles, des ammonites, etc. Quelquefois aussi il éprouve une véritable épigénie, c'est-à-dire que, conservant sa forme cristalline, il se change en fer hydroxidé. Cette transformation n'est pas très-rare. On l'appelle alors assez improprement *fer hépathique*.

Gisement. C'est une des substances minérales les plus abondantes ; on la trouve dans toutes les espèces de terrains, mais elle n'y constitue jamais des amas très-considérables, elle est ordinairement disséminée.

Usages. Les anciens connaissaient cette substance, ils s'en servaient pour en tirer des étincelles par le choc de l'acier, de là l'origine du nom de *pyrite* ou pierre de feu. On l'a même employée lors de la découverte des armes à feu en place de pierre à fusil, de là le nom de *pierre d'arquebuse* sous lequel on la trouve quelquefois désignée dans les anciens auteurs.

La pyrite de fer est susceptible d'acquérir un très-beau

poli. On en a trouvé de très-grandes plaques bien unies dans les tombeaux des anciens Incas, au Pérou, et qu'on a cru leur avoir servi de miroirs. On les a appelés *miroirs des Incas.*

Ce minerai n'est pas exploité pour en retirer le fer, parce que les procédés pour le séparer du soufre seraient trop dispendieux et que les autres minerais de fer et surtout les oxides sont généralement très-communs dans tous les pays. Mais dans certaines localités où ce sulfure abonde, on l'emploie à la fabrication du sulfate de fer, après l'avoir grillé convenablement, et même à l'extraction du soufre et de l'acide sulfurique.

Sixième espèce : SPERKISE.

(*Fer sulfuré blanc, pyrite blanche, pyrite rayonnée.*)

Cette espèce offre, ainsi que l'a constaté M. Berzélius, la même composition que la précédente, et cependant elle en diffère par plusieurs caractères tranchés. Ainsi elle est d'une couleur plus pâle, jaune livide ou jaune verdâtre, s'altérant et se décomposant même assez facilement à l'air, d'une pesanteur spécifique de 4,84, et cristallisant en prismes rhomboïdaux.

Elle offre aussi beaucoup de variétés non cristallisées : elle peut être globuleuse, mamelonnée, stalactitique, fibreuse, compacte, etc.

Gisement. Dans les mêmes terrains et presque dans les mêmes localités que la précédente, surtout dans les matières argileuses et les marnes de la fin des terrains secondaires. Elle se rencontre aussi dans les lignites, les houil-

les et même c'est à leur décomposition que beaucoup d'auteurs attribuent l'inflammation spontanée de certaines mines de charbon de terre.

Usages. On s'en sert pour la préparation du sulfate de fer et même de l'alun quand ces pyrites sont disséminées dans des terres argileuses. On lave les efflorescences qui se forment à la surface du sol et qui sont du sulfate acide d'alumine et on y ajoute de la potasse.

Septième espèce : PYRITE MAGNÉTIQUE.
(*Pyrite hépathique*, *leberkise*, *pyrite brune*).

Elle est d'un brun métallique, couleur de bronze, tantôt cristallisée, tantôt lamellaire ou compacte assez fragile, d'une pesanteur spécifique de 4,62, jouissant de la propriété magnétique ; ses formes cristallines dérivent, suivant Haüy, d'un prisme droit rhomboïdal, et suivant MM. de Bournon et Beudant d'un prisme hexaèdre régulier.

C'est un bisulfure de fer composé de 8 atomes de soufre et 7 atomes de fer, ou en poids de :

Soufre.....	40,15
Fer.....	59,85

Gisement. La pyrite magnétique est bien plus commune que les deux précédentes et appartient surtout à la partie supérieure des terrains primitifs, en Bavière, en Saxe, en Angleterre et près de Nantes.

Ses usages sont les mêmes que ceux des variétés précédentes.

Huitième espèce : FER ARSENICAL.

(*Sulfo-arseniure de fer, pyrite arsenicale, mispikel, pyrite blanche arsenicale*).

Il est d'un blanc argentin légèrement jaunâtre, à structure compacte ou fibreuse, cristallisant en prismes rhomboïdaux, d'une pesanteur spécifique plus considérable que celle des autres sulfures ferrugineux : elle est de 6,127. Comme la pyrite jaune, il étincelle sous le choc du briquet en donnant l'odeur alliacée de l'arsenic. Par le chalumeau il se fond et répand une odeur de soufre et d'ail, et laisse un bouton attirable à l'aimant. Dans un tube fermé il fournit par la chaleur du sulfure d'arsenic qui se volatilise.

L'analyse de M. Chevreul a fourni :

Soufre.....	20,132
Arsenic.....	43,418
Fer.....	34,938

C'est-à-dire un composé d'un atome de chacun de ces trois élémens.

Gisement. C'est un minerai des terrains primitifs ; en Bohème, en Saxe il accompagne d'autres gites métallifères. On l'a aussi observé à Flaviac, département de l'Ardèche, dans des filons pierreux qui traversent des roches granitiques et serpentineuses.

Sels de fer.

Neuvième espèce : **FER CARBONATÉ.**
(*Fer spathique, sidérose, mine d'acier*).

Il est ordinairement d'une couleur blanche brillante, presque demi transparent, à structure lamellaire, facilement clivable en rhomboèdre obtus, qui est sa forme primitive, d'une pesanteur spécifique de 3 à 3,8, assez dur pour rayer le calcaire, mais rayé par le fluate de chaux, et l'arragonite ou calcaire prismatique. A froid, il se dissout lentement dans l'acide nitrique sans effervescence, à chaud avec une vive effervescence.

Il présente d'assez grandes variétés dans sa cristallisation, dans sa texture, sa couleur, etc. Ainsi sa texture est lamelleuse, granulaire, oolithique ou compacte. Généralement blanc, il est quelquefois jaunâtre, brun ou rouge d'ocre. Mais ces changemens, qui proviennent d'une décomposition spontanée, ne s'observent qu'à sa surface.

Sa composition est assez variable. Il contient presque toujours du manganèse, de la magnésie et de la chaux. Voici l'analyse du fer carbonaté lamellaire de Baigorry, dans les Pyrénées, faite par M. Berthier:

Acide carbonique.....	41,0
Protoxide de fer.....	53,0
Protoxide de manganèse.....	0,6
Magnésie.....	5,4

C'est donc un bicarbonate de fer mélangé de quelques matières étrangères.

Ce minéral est un bel exemple de l'isomorphisme. En effet, sa composition est toujours très-variable, sans que sa forme cristalline soit changée; ainsi le protoxide de fer peut être remplacé en partie par de la chaux, de la magnésie, du manganèze, etc, toutes bases qui sont ses isomorphes.

Gisement. Les variétés cristallisées se trouvent dans des filons métallifères des terrains primitifs; les variétés compactes dans les terrains secondaires. En France, les plus belles exploitations sont celles de Baigorry, dans les Pyrénées. On le trouve aussi en Angleterre, en Styrie, en Hongrie, au Hartz, etc.

Usages. C'est un excellent minerai de fer, c'est presque le seul qu'on exploite en Angleterre. Il est surtout propre au traitement dit *méthode à la catalane*, que nous ferons connaître tout à l'heure, en parlant des divers procédés d'extraction du fer.

Les autres sels de fer sont peu importans, nous en dirons seulement quelques mots.

Dixième espèce : FER PHOSPHATÉ.
(*Fer azuré, hydrophosphate de fer*).

Il est, ou en masses cristallisées d'une couleur verte-bleuâtre, transparentes, ou amorphes, opaques et d'une teinte bleue plus ou moins vive, couleur que présente constamment sa poudre. Sa forme primitive est un prisme rectangulaire à base oblique. Chauffé dans un petit matras, il donne beaucoup d'eau; il se dissout sans

effervescence dans l'acide nitrique et dans l'ammoniaque.

D'après une analyse de M. Berthier, il contient :

Protoxide de fer.....	43
Acide phosphorique.....	23
Eau.....	52
Mat. étrangères.....	2

Gisement. On le trouve soit dans les terrains primordiaux, soit dans des basaltes ou autres produits volcaniques, dans des couches d'argile plus ou moins superficielles, dans les départemens du Puy-de-Dôme, de l'Allier, etc.

Onzième espèce : FER CHRÔMATÉ.
(*Fer chrômé*).

Sa couleur est d'un brun noirâtre demi-métallique, sa poussière d'un gris cendré. Il cristallise en octaèdre régulier. Il est assez fragile, quoique dur et rayant le verre. Au chalumeau il est infusible et devient fusible si on y ajoute du borax, qui prend une belle teinte verte due à l'oxide de chrôme.

Il se présente communément sous la forme de masses à structure lamellaire ou grenue, ou tout à fait terreuse.

Voici les résultats de l'analyse du fer chrômaté de Sibérie, par Laugier :

Oxide de fer.....	34
Oxide de chrôme.....	53
Alumine.....	11
Manganèse.....	2

Gisement. Constamment dans des roches de serpentine, à la Bastide, département du Var, dans les monts Ourals, en Sibérie, dans l'Amérique du nord, etc.

C'est la mine de chrôme la plus abondante, elle est employée pour préparer tous les produits dont ce métal est la base.

Douzième espèce : FER ARSENIATÉ.
(*Scorodite.*)

Substance assez rare, cristallisé en petits cristaux bleuâtres, ordinairement en octaèdres à base rectangulaire, pesant 3,2; donnant beaucoup d'eau par la calcination; et sur les charbons ardens, des vapeurs alliacées avec un résidu boursouflé attirable à l'aimant.

Composition :

Acide arsenique	15,7
Acide sulfurique	0,7
Protoxide de fer avec oxide de manganèse, chaux, magnésie.	23,9
Eau	9,0
Gangue	0,7

Gisement. Dans les dépôts d'étain et de cobalt, à Vauri et St-Léonard, dans le Limousin; en Saxe, en Carinthie.

Treizième espèce : FER SULFATÉ.
(*Vitriol vert, couperose verte, mélanterie*).

Ce sel est peu abondant dans le sein de la terre, il pro-

vient de la décomposition des sulfures ferriques et surtout de la pyrite blanche. Sa grande solubilité dans l'eau empêche qu'il ne se réunisse en masses volumineuses. Il est ordinairement sous la forme d'une poudre verdâtre, qui s'effleurit facilement, ou en petites aiguilles. Obtenus par l'art, ses cristaux sont des prismes rhomboïdaux obliques. Sa saveur est semblable à celle de l'encre. Il donne beaucoup d'eau par la calcination et offre la composition suivante :

Acide sulfurique.....	28,8
Protoxide de fer.....	25,7
Eau.....	45,4

Gisement. Dans tous les lieux ou existent des pyrites de fer en décomposition.

Usages. C'est avec la couperose verte artificielle et la noix de galles que l'encre se prépare. Ce sel est aussi très-usité dans la teinture en noir.

Il existe encore quelques autres espèces de sels ferriques, mais rares ou peu importantes, tels sont : le fer muriaté; le fer titaniaté; le fer sous-sulfaté; l'yénite ou fer silicéo-calcaire.

Traitement métallurgique du fer.

Les minerais de fer que l'on exploite particulièrement pour en extraire le fer, sont les oxides et le carbonate.

Les minerais de fer, comme ceux de la plupart des autres métaux ont besoin, avant d'être fondus, de certaines préparations préliminaires, qui ont, pour principal objet de les débarrasser des matières étrangères qu'ils peu-

vent contenir, ou des principes qui pourraient nuire à leur fusion. Ces préparations préliminaires sont : le cassage, le bocardage et le grillage.

1° Le *cassage* consiste à briser en gros fragmens les minerais métalliques, afin d'en séparer une partie de la gangue.

2° Le *bocardage* a pour objet de réduire en une poudre grossière les minerais qui ont d'abord été cassés. Il s'exécute au moyen de pièces ou pilons en charpente, mus ordinairement par l'eau et qu'on nomme *bocards*. Le plus souvent un courant d'eau passant sous les bocards entraîne les matières étrangères que le minerai peut encore contenir. Il forme alors une pâte que l'on désigne communément sous le nom de *schlich*.

2° Le *grillage* s'opère en exposant par des procédés divers à l'action du feu, les minerais, surtout quand ils contiennent du soufre, des phosphates, etc. Par ce procédé on dégage le soufre, on décompose les acides que le minerai contient et on facilite l'oxidation du métal.

Il y a deux procédés bien distincts pour la préparation du fer : l'un consiste à fondre le minerai dans de grands fourneaux terminés par de hautes cheminées et à l'amener d'abord à l'état de *fonte*; l'autre a pour objet d'obtenir directement le fer pur, sans qu'il passe par l'état intermédiaire de fonte. Le premier de ces procédés porte le nom de *méthode par les hauts fourneaux*; le second de *méthode française* ou *catalane*.

I. *Méthode par les hauts fourneaux.*

Les hauts fourneaux dans lesquels on opère la fusion

du fer se composent intérieurement de deux cavités opposées base à base et ayant la forme de deux cônes tronqués. La cavité inférieure se continue par sa partie inférieure, rétrécie en un cylindre creux nommé le *creuset*. Celui-ci est percé de trois ouvertures : deux supérieures, l'une pour l'entrée de l'air qui y est introduit par le jeu des soufflets; l'autre, placée tout à fait au bord supérieur, est destinée à donner issue aux scories qui viennent surnager le métal fondu. L'ouverture inférieure, qu'on tient exactement fermée, se nomme le trou de coulée; c'est par elle qu'on fait sortir le métal fondu quand le creuset en est rempli. Le fourneau se termine supérieurement par une énorme cheminée en briques, dont la hauteur varie de 15 à 40 pieds, suivant qu'on emploie du charbon de bois, ou du *coak* ou charbon de terre distillé. L'ouverture supérieure de la cheminée se nomme le *gueulard*. C'est par cette ouverture supérieure que l'on introduit le charbon et le minerai mélangés. A mesure que la matière métallique entre en fusion, sa liquidité et son poids l'entraînent dans la partie inférieure du fourneau ou le creuset, où elle s'accumule. Quand celui-ci est bien rempli, on ouvre le trou de coulée, et la matière fondue est reçue dans une rigole pratiquée dans le sable fin, où elle se fige et forme la *fonte*. On appelle *gueuses* les énormes morceaux de fonte qui résultent de ces coulées; leur poids varie de 3 à 6 milliers de livres. Quelquefois on reçoit la fonte encore liquide dans d'énormes cuillers en fer, et on la coule dans des moules faits en sable fin. C'est ainsi que se fabriquent les différens ustensiles en fonte, tels que les

marmites, les casseroles, les plaques de cheminées, etc.

Mais il est rare que les minerais soient assez purs pour se fondre immédiatement sans addition de *fondans*. Très souvent ils contiennent des matières argileuses ou calcaires, qui nuisent à leur fusion ou qui la rendent trop rapide. Dans le premier cas, on se sert de matières calcaires qu'on appelle alors *castine*, pour neutraliser la silice et l'alumine qui s'opposent à la fusion; dans le second on emploie un fondant nommé *erbue*, composé de matières argileuses qui agissent en sens opposé.

La fonte ainsi obtenue est un carbure de fer. Elle est aigre et cassante. On en distingue deux sortes principales : la grise et la blanche. La *fonte grise* contient moins de carbone que la blanche; elle est d'un gris foncé à structure grenue, très-tenace, attaquable par la lime; elle se convertit plus difficilement en fer doux. Elle se liquéfie facilement et ne s'altère pas à l'air. Aussi la préfère-t-on pour faire les ustensils de ménage et autres menus objets en fonte.

La *fonte blanche* est plus carbonée, blanche et brillante, à structure lamelleuse, ou fibreuse et rayonnée. Elle est fragile, et ne se laisse pas entamer par la lime. C'est, d'après les recherches de Karsten, un véritable carbure de fer en proportions déterminées: 2 atomes de fer et 1 atome de carbone. C'est avec elle que se fabrique le meilleur acier naturel.

Lorsque l'on a obtenu la fonte par les procédés que nous venons d'indiquer, il faut lui faire subir de nouvelles préparations pour la convertir en fer doux ou fer forgé. Ces procédés constituent l'*affinage*, et c'est dans

les usines nommées *forges* qu'on les met en pratique.

Les fourneaux de forges sont beaucoup plus simples dans leur construction que ceux des hauts fourneaux. Ils consistent en un massif en briques, présentant à sa partie moyenne un cavité carrée de 15 à 16 pouces de diamètre en tous sens, dont les parois sont revêtues intérieurement de plaques de fonte très-épaisses. Au-dessus de ce massif est une cheminée évasée inférieurement, de manière à la couvrir en entier. La cavité du fourneau doit être remplie de poussière de charbon humectée et bien battue. On introduit la fonte ou l'extrémité de la gueuse dans le fourneau, et on chauffe fortement jusqu'à ce quelle entre en fusion. Bientôt on voit la fonte se couvrir de scories qu'un ouvrier enlève, en même temps qu'avec un ringard en fer il remue la masse fondue, afin d'en exposer successivement toutes les parties à l'action de l'air et du calorique qui lui enlève son carbone. Quand il y en a une quantité suffisante de fondue, de 25 à 40 livres plus ou moins, on la réunit en une masse nommée *loupe*. L'ouvrier s'en saisit avec des pinces en fer, et la porte sous les énormes marteaux de la forge qu'on appelle les *martinets*, et qui sont mus par un courant d'eau. On bat la loupe pendant quelques minutes et dans tous les sens, afin d'en bien lier et condenser les diverses parties, et on la reporte dans un autre fourneau. Ce n'est qu'après avoir été ainsi forgée à deux ou trois reprises, que la fonte est complètement amenée à l'état de fer doux. C'est alors qu'on la met en barres ou qu'on lui donne toutes les autres formes que requièrent les besoins des arts et de l'industrie.

II. *Méthode catalane.*

Elle est plus simple et plus expéditive, exigeant moins de temps et des fourneaux moins dispendieux. Ces fourneaux sont à peu près les mêmes que ceux qui servent à affiner la fonte. Le minerai est d'abord bocardé et grillé, on le met ensuite contre l'une des parois du creuset: le reste est rempli avec du charbon. On recouvre le tout avec de la poudre de charbon mêlée d'argile. Le feu est ménagé pendant les deux premières heures, puis conduit avec force. Au bout de cinq à six heures l'opération est terminée, tout le fer s'est réuni dans le fond du creuset en une masse que l'on porte de suite sous les martinets pour la forger.

Cette seconde méthode est comme on voit plus simple et plus expéditive que la précédente, puisque dans une seule opération, le minerai est de suite amené à l'état de fer doux, sans avoir besoin d'être préalablement converti en fonte. Mais tous les minerais ne peuvent pas être traités par la méthode catalane : ceux qui réussissent le mieux sont certaines variétés de fer spathique ou carbonate de fer; mais elle a l'inconvénient de n'être pas appliquable à tous les minerais exploités et à ne pouvoir être exécutée que sur une faible échelle. La méthode par les hauts fourneaux au contraire est celle qui se prête le mieux aux vastes exploitations. Aussi est-elle bien plus généralement mise en usage.

L'industrie du fer est tellement importante, le fer occupe une place si éminente dans les produits du sol, et ses usages se sont tellement étendus et multipliés, qu'on

a fait dans tous les pays des essais nombreux pour améliorer sa fabrication. En Angleterre, on est parvenu à substituer le coke ou charbon de terre distillé au charbon de bois, et par ce changement on a obtenu une énorme économie, sans que la qualité des produits ait en rien été altérée. Des essais sont même tentés pour substituer la houille au coke, et annuler les inconvéniens graves qu'on avait reconnus à cette matière combustible dans la fabrication du fer. L'emploi de l'air chaud a aussi obtenu de très-heureux résultats et une économie très notable dans la consommation du combustible. Enfin on a reconnu que dans les hauts fourneaux, on peut substituer le bois en nature au charbon, et l'on a ainsi non-seulement une économie dans la main d'œuvre, puisque l'on n'est pas obligé de convertir le bois en charbon, mais une économie très-grande dans la quantité de combustible employée.

Usages. Le fer est sans contredit le plus précieux de tous les métaux, à cause des services multipliés qu'il rend à l'homme. En France, c'est l'exploitation minérale la plus productive. Selon M. Beudant, nos usines de fer emploient immédiatement plus de douze mille ouvriers, et plus de cent mille trouvent leur existence dans le transport des minerais et du combustible. On évalue le produit du la fonte et du fer forgé à plus de 70 millions de francs par année.

Le fer forgé se tire en barres, en lames ou en fils.

Le fer en barres est doux ou cassant, suivant les localités d'où on le retire et les minerais qui le fournissent. Ainsi le fer hydroxidé en grains contient toujours une

certaine quantité d'acide phosphorique qui le rend plus ou moins aigre et cassant. Il y a certains usages pour lesquels on doit préférer l'une ou l'autre de ces deux variétés de fer.

Le fer en lames portent le nom de *tôle*. La tôle est employée à fabriquer des tuyaux et une foule d'ustensils. Revêtue d'une couche mince d'étain qui forme un véritable alliage avec le fer, elle constitue le *fer blanc*, si usité et si précieux pour la confection d'une foule d'ustensils de ménage.

Tiré en fils il forme le *fil de fer*.

C'est avec le fer et la fonte que se prépare l'acier. On en distingue trois espèces : 1° l'*acier naturel*, qui se fait avec de la fonte blanche que l'on chauffe fortement avec du charbon; 2° l'*acier fondu*, préparé avec des copeaux de fer doux que l'on fait fondre avec du carbonate de chaux et de l'argile cuite; 3° et l'*acier de cémentation*, qu'on obtient en plaçant des petits barreaux de fer de quelques lignes d'épaisseur dans des creusets remplis de poudre de charbon, de manière que celui-ci les recouvre en totalité. L'acier est un protocarbure de fer qui acquiert une dureté excessive par la trempe.

En médecine, le fer et ses préparations sont fort importantes; mais toutes n'agissent pas de la même manière. Ainsi les unes sont de véritables toniques, les autres sont plutôt astringentes; enfin il en est quelques-unes qui agissent comme des excitans.

1° Préparations ferrugineuses *toniques*. Nous placerons ici la limaille de fer et celle d'acier, le deutoxide de fer ou œthiops martial; le tritoxide ou colcothar, sa-

fran de mars astringent; et enfin le sous-carbonate de tritoxide, et ses variétés comme le safran de mars apéritif, l'eau rouillée et les eaux minérales ferrugineuses, comme celles de Forges, de Gournai, etc.

2° Parmi les préparations de fer *astringentes*, nous citerons le sulfate et le tartrate de fer et de potasse ou boules de Nanci, qui ne sont guères employées qu'à l'extérieur.

3° Les préparations ferrugineuses excitantes sont les fleurs martiales, mélange de chlorure de fer et d'ammoniaque, la teinture de mars tartarisée, solution de tartrate de fer et de potasse concentrée à laquelle on ajoute une petite quantité d'alcohol, et enfin le vin chalybé, qui se prépare avec le vin blanc dans lequel on a laissé macérer de la limaille de fer.

Quatrieme genre. COBALT.

Il n'existe pas à l'état de pureté dans la nature; mais combiné avec l'oxigène, le soufre, l'arsenic et l'acide arsenique: à l'état d'alliage il fait partie de la plupart des fers météoriques.

Obtenu par les procédés métallurgiques, le cobalt est gris d'argent peu éclatant, à texture grenue, fragile et se réduisant facilement en poudre, difficile à fondre, puisqu'il exige une chaleur de 130° du pyromètre de Wedgwood, malléable à chaud, soluble avec efflorescence dans l'acide nitrique, d'une pesanteur spécifique de 8,5, attirable à l'aimant. C'est Brandt qui le premier, en 1733, obtint le cobalt à l'état métallique.

Les minerais de cobalt ont pour caractère distincti-

de colorer en bleu le verre de borax et en général toutes les autres matières vitreuses.

Première Espèce : COBALT OXIDÉ.
(*Protoxide de cobalt ; cobalt oxidé noir.*)

Il est en petites masses terreuses mamelonnées ou pulvérulentes, d'un noir bleuâtre, devenant brillantes lorsqu'on les frotte avec un corps dur ; infusible au chalumeau et ne répandant pas l'odeur d'ail, colorant le verre de borax en une belle couleur bleue.

C'est un tritoxide de cobalt, composé en poids de:

Oxigène.....	28,90
Cobalt.....	71,10

Gisement. Cette substance provient probablement de la décomposition des arseniures de cobalt. On la trouve sur le cuivre et la chaux carbonatés et sur le sulfate de baryte, en Tyrol, en Saxe, etc. Elle est très-recherchée pour la fabrication du *bleu d'azur.*

Deuxième espèce : COBALT SULFURÉ *ou* kobaldine.

Substance très-peu répandue, d'un gris d'acier, à cassure grenue et inégale, fusible au chalumeau en répandant une odeur sulfureuse, mais non alliacée, colorant le borax en bleu intense. C'est un trisulfure de cobalt, contenant un peu de fer et de cuivre.

Gisement. On l'a trouvée à Bastnaès, près de Riddarytta, en Suède.

Troisième espèce : **COBALT ARSENICAL.**
(*Arséniure de Cobalt, smaltine.*)

Son éclat est métallique, sa couleur est gris ou blanc d'argent, dans une cassure récente, se ternissant promptement à l'air; il est aigre et cassant, à texture granulaire; sa pesenteur spécifique est de 7,72. Il cristallise dans le système cubique.

Chauffé au chalumeau, il donne l'odeur d'ail, et colore le verre de borax en bleu comme les autres minerais de cobalt, sa solution précipite en bleu violâtre par les alcalis, en verdâtre, par l'hydrocyanate ferruré de potasse.

C'est un biarseniure de cobalt, composé de:

Arsenic.....	65,75
Cobalt.....	28,00
Oxide de fer et de manganèse	6,25

On le trouve tantôt cristallisé en cube, en octaèdre ou en cubo-octaèdre, ou bien en forme de dendrites, ou fibreux, d'autrefois, il est en masses mamelonnées ou tout à fait amorphe.

Gisement. Dans les gites métallifères des terrains primitifs, à Allemont en Dauphiné, à Sainte-Marie-aux-Mines, dans les Vosges, dans les vallées de Luchon et de Juset dans les Pyrénées, en Saxe, en Hongrie, etc.

Usages. Comme tous les autres minerais de Cobalt, cette espèce sert à la préparation de l'oxide de Cobalt. Sa poudre noire se vend, dans le commerce, sous les noms de *cobolt* ou de *poudre aux mouches.* Mise dans

l'eau, l'arsenic passe en partie à l'état d'acide arsenieux, et c'est ainsi que cette poudre est un violent poison.

Quatrième espèce : COBALT GRIS.

(*Cobaltine, cobalt éclatant, sulfo-arseniure de cobalt.*)

Sa texture est lamelleuse, son éclat métallique et sa couleur d'un gris d'étain; il est assez dur pour étinceler sous le choc du briquet; d'une pesanteur spécifique de 6,29. Il cristallise dans le système cubique, le plus souvent en dodécaèdre pentagonal, ou en icosaèdre, se clive en cubes.

Il se fond facilement au chalumeau, en donnant beaucoup de vapeurs arsenicales alliacées; il se dissout dans l'acide nitrique et sa solution précipite en brun rougeâtre par les alcalis.

Le cobalt gris est tantôt cristallisé, tantôt en masses à structure lamellaire, tantôt en masses amorphes.

Son analyse a fourni les résultats suivans :

Soufre.....	200,8
Arsenic.....	43,47
Cobalt.....	33,10
Fer.....	3,23

Gisement. Le cobalt gris existe surtout en Norwège et en Suède. La mine de Tunaberg, dans ce dernier pays, est surtout la plus renommée pour la grosseur et la netteté de ses cristaux.

Usages. Il sert à la préparation de l'oxide de cobalt.

Cinquième espèce : COBALT ARSENIATÉ. (*Érythrine.*)

Cette espèce est en aiguilles ou en masses amorphes ou terreuses, d'un rouge violâtre ou rosé. Sa densité est de 2,946 à 3,033. Elle cristallise en prisme rectangulaire oblique. Elle est fusible au chalumeau, en répandant beaucoup de vapeur d'eau et une odeur alliacée très-marquée. Voici les résultats donnés par Laugier de l'analyse du cobalt arseniaté d'Allemont.

Acide arsénique	40,0
Oxide de cobalt.....	20,5
Oxide de Nickel	9,2
Oxide de fer.....	6,1
Eau	24,5

Gisement. Le cobalt arséniaté se rencontre en général dans toutes les autres localités où l'on trouve le cobalt gris et le cobalt arsénical.

Il existe encore quelques autres espèces dont le cobalt fait partie, tels sont le cobalt arséniaté terreux argentifère, vulgairement mine d'argent merde-d'oie, le cobalt sulfaté, le cobalt arsénité ; mais ces espèces sont peu importantes.

Extraction et usages du cobalt.

Le cobalt à l'état métallique n'est d'aucun usage dans les arts, et on ne l'obtient que par des procédés assez longs et assez dispendieux. C'est Wentzel qui, le premier,

a reconnu que des aiguilles de cobalt pur jouissaient de la propriété d'être attirables à l'aimant. Mais si le cobalt métallique n'offre aucun intérêt ; il n'en est pas de même de son oxide, qui est extrêmement employé à cause de la belle couleur bleue qu'il communique au verre, aux émaux et à la porcelaine. On en fait différentes préparations connues sous les noms de *safre*, de *smalt*, d'*azur*, de *bleu d'émail* et de *bleu de Thénard*.

Presque tous les minerais cobaltifères peuvent servir à préparer l'oxide de cobalt. Mais c'est plus spécialement du cobalt gris de Tunaberg qu'on le retire. C'est en le grillant avec le contact de l'air dans des fourneaux surmontés d'une cheminée horizontale qu'on le prépare. Par ce procédé on obtient non-seulement l'oxide de cobalt, mais l'acide arsénieux qui se volatilise et se condense dans la cheminée. C'est ainsi qu'on prépare la plus grande partie de l'acide arsénieux dont on se sert dans les arts. L'oxide de cobalt, pilé et tamisé, porte le nom de *safre* ; mêlé avec deux ou trois parties de sable pur et fin et réduit en poudre très-fine, il constitue le *smalt*. Si l'on fait fondre le smalt avec de la potasse et une petite quantité d'acide arsenieux, on en forme un verre, qui, réduit en poudre impalpable constitue le *verre d'azur*. C'est avec cette matière que l'on donne aux émaux et à la porcelaine la couleur bleue la plus intense et la plus pure. Quant au *bleu de Thénard*, il se prépare avec le phosphate de cobalt obtenu par double décomposition du sulfate de cobalt et du phosphate de soude. On prend une partie en volume du phosphate encore hydraté, et huit parties d'alumine également hydratée ; on les mêle,

on les dessèche à l'étuve, on les chauffe, et on obtient ainsi une belle couleur bleue, qui remplace aujourd'hui l'outremer, et qui est employée dans la peinture à l'huile et à la gomme.

On fait aussi avec le chlorure de cobalt, une encre sympathique. Avec sa dissolution très-étendue, on forme sur le papier des caractères invisibles, qui apparaissent dès qu'on chauffe le papier; si on laisse le papier à l'air les caractères disparaissent.

Cinquième genre. NICKEL.

Ce métal n'existe jamais à l'état natif. Celui auquel Haüy avait donné ce nom est du nickel sulfuré. On le trouve communément associé au soufre, à l'arsenic et à l'acide arsénique.

Le Nickel a été isolé pour la première fois par Cronstedt, en 1751. Il l'a retiré de la mine connue depuis fort long-tems sous le nom de *Kupfernickel* ou nickel arsénical. Il est d'un gris blanc, qui tient le milieu entre la couleur de l'argent et celle de l'acier; sa structure est fibreuse et crochue; il est ductile, malléable et très-tenace; sa densité est de 8,28, quand il a été fondu, et de 8,66, quand il a été forgé. Comme le fer et le cobalt, il est magnétique, mais à un moindre degré. Le nickel décompose l'eau à la chaleur rouge; à une température élevée, il absorbe l'oxigène de l'air et se convertit en oxide vert.

Parmi les différens minerais de nickel, nous décrirons seulement les trois suivans :

Première espèce : NICKEL SULFURÉ.
(*Nickel natif, pyrite capillaire, Harkise*).

Il offre l'éclat métallique avec une couleur vert-jaunâtre ; il se compose de petites aiguilles fragiles, formant des espèces de petites houpes. Il se réduit par le charbon après avoir donné des vapeurs sulfureuses et forme une fritte métalloïde, attirable à l'aimant. L'acide nitrique le dissout et l'ammoniaque colore sa dissolution en violâtre.

Il se compose d'un atome de soufre et d'un atome de métal ou en poids :

Nickel.....	64,8
Soufre.....	35,2

Gisement. Cette substance est assez rare ; on la trouve en Saxe, en Bohême, dans les mines de cobalt et de nickel arséniatés.

Deuxième espèce : NIKEL ARSÉNICAL.
(*Arseniure de nickel, kupfernickel, nickeline*).

Le nickel arsenical est constamment en masses amorphes, ayant l'éclat métallique avec une couleur jaune rougeâtre ; il se ternit à l'air, est cassant, et sa cassure est presque terne et raboteuse ; sa densité de 6,6 à 7,65. Il est assez dur pour donner des étincelles par le choc du briquet. Chauffé au chalumeau, il répand des vapeurs alliacées, et fournit un globule métallique blanc cassant.

Il se dissout dans l'acide nitrique, et sa dissolution qui est verte, précipite en vert par la potasse et la soude, le précipité est de l'oxide de nickel.

D'après l'analyse de M. Berthier, le nickel arsénical d'Allemont contient :

Arsenic	48,80
Antimoine	8,00
Nickel	39,94
Cobalt	0,16
Soufre	2,00

Fer et manganèse des traces.

Gisement. Cette espèce se trouve dans les mêmes localités que la précédente et accompagne constamment le cobalt arsénical, à Allemont, dans les Vosges, en Suède, en Saxe, etc.

Troisième espèce : NICKEL ARSÉNIATÉ.
(*Nickelocre, nickel oxidé noir.*)

Cette substance est généralement à l'état pulvérulent, de couleur verte, ou en légers filamens grouppés ; elle est très-tendre ; donne par la calcination de l'eau et des vapeurs arsénicales.

M. Berthier l'a trouvée ainsi composée :

Acide arsénique	36,8
Oxide de nickel	36,2
Oxide de cobalt	2,5
Eau	24,5

Gisement. C'est un des minerais de nickel les plus

communs; il se montre dans tous les lieux où existent le nickel et le cobalt.

Extraction et usages du nickel.

L'extraction du nickel est une opération longue et minutieuse, parce que ce métal est toujours mélangé de cobalt, d'arsenic et de soufre, etc., dont il est difficile de le priver complétement. Quand on a obtenu l'oxide de nickel, on le réduit soit par le charbon, soit par le gaz hydrogène.

Jusqu'à présent le nickel a été peu employé dans les arts. Mais il peut, en se combinant avec le cuivre ou d'autres métaux, former des alliages qui peuvent être d'une très-grande utilité dans les arts. Ainsi le *packfong*, alliage de nickel, de cuivre et de zinc, est fort usité en Chine et commence à l'être beaucoup en Europe. Il a la plus grande ressemblance avec l'argent.

En alliant le nickel à l'acier, on forme un acier damassé, nommé *acier météorique*, susceptible d'un très-beau poli et possédant toutes les qualités d'un acier supérieur.

Le nickel étant très-peu oxidable à l'air humide, on s'en est quelquefois servi avec avantage pour faire des aiguilles de boussole, surtout pour les voyages de long cours.

Sixième genre CUIVRE.

Ce métal, que ses emplois variés dans les arts rendent si précieux, peut se trouver dans la nature : 1° à l'état natif; 2° combiné avec des corps simples, l'oxigène, le soufre, le sélénium; 3° à l'état de sel.

Première espèce : CUIVRE NATIF.

Le cuivre est un des métaux les plus anciennement connus. Il paraît même qu'il l'a été avant le fer, car les anciens ont fait des armes en cuivre avant d'en fabriquer en fer. Le bronze, qui est un alliage de cuivre et d'étain, a aussi été employé dès la plus haute antiquité; et pour les peuples anciens, il remplaçait le fer dans la plupart des cas où ce dernier métal est aujourd'hui employé.

Le cuivre est d'un jaune rougeâtre, malléable et ductile, très-tenace, répandant par le frottement une odeur particulière nauséabonde et caractéristique; pesant, quand il est pur, 8,89; susceptible de cristalliser dans le système cubique.

Le cuivre est attaquable par l'air humide, qui le recouvre d'une matière verte pulvérulente nommée *vert de gris*, et qui est du sous-carbonate mêlé de beaucoup d'oxide de cuivre. Il est fusible à 27° du pyromètre de Wedgwood; par le refroidissement il cristallise en pyramides quadrangulaires; soluble dans presque tous les acides avec lesquels il forme des sels plus ou moins colorés en bleu ou en vert. La potasse, la soude forment dans la solution de ces sels, un précipité gélatineux bleu d'oxide de cuivre hydraté. L'ammoniaque forme un sel double très-soluble, d'une belle couleur bleue céleste. Le prussiate ferruré de potasse forme un précipité brun-maron, et une lame de fer plongée dans la liqueur se recouvre d'une couche de cuivre métallique.

Variétés. Le cuivre cristallise en cubes, plus souvent en octaèdres diversement modifiés. Il est fréquemment sous la forme de dendrites, ou de lames ou de filamens plus ou moins gros, diversement engagés dans la gangue, ou enfin en masses amorphes. Auprès de la ville de Bahia, au Brésil, on a trouvé une masse de cuivre natif, qui pesait, dit-on, 2,616 livres.

Gisement. Le cuivre natif accompagne généralement les autres minerais du même métal. Il existe dans les terrains primitifs sous la forme de filons ou de veines. Les plus beaux échantillons viennent de la Sibérie. Mais on le trouve dans une foule d'autres localités.

Deuxième espèce : CUIVRE OXIDULÉ.

(Ziguéline, cuivre rouge, cuivre vitreux, protoxide de cuivre.)

Combinaison d'un atome d'oxigène et de deux atomes de cuivre, ou en poids de 11,22 d'oxigène et 88,78 de cuivre. C'est le protoxide. Il est vitreux, gris-rougeâtre; donnant une poudre rouge terne; cristallisant dans le système cubique, pesant 5,69.

Il est facilement réductible au chalumeau sans dégagement de vapeurs sulfureuses; il se dissout avec effervescence dans l'acide nitrique, ce qui le distingue du cinabre ou sulfure de mercure qui ne s'y dissout pas, et de l'argent rouge qui s'y dissout sans effervescence.

Les principales variétés sont 1° le primitif en octaèdre régulier; 2° le cubique; 3° le dodécaèdre; 4° le cubo-oc-

taèdre; le cubo-dodécaèdre; 5° le capillaire, filiforme, laminaire, etc.; 6° le massif, terreux.

Gisement. Il n'existe pas en grandes masses dans la nature et n'est nulle part l'objet de grandes exploitations. On le trouve à Chessy près Lyon, et en Sibérie.

Troisième espèce : CUIVRE SULFURÉ.

(*Chalkosine, cuivre vitreux.*)

Combinaison d'un atome de soufre et de deux atomes de cuivre, ou en poids de 20,27 de soufre et de 79,73 de cuivre. C'est un protosulfure.

Il est ordinairement compacte, d'un gris sombre ou bleuâtre, assez tendre et cassant; sa poussière est noire. Sa forme primitive est un prisme hexaèdre régulier. Sa pesanteur spécifique est de 5,69.

Il se fond en bouillonnant au chalumeau avec odeur de soufre et se réduit. Avec le borax, il donne un verre d'un vert bleuâtre.

Variétés. Ses formes cristallines sont toutes des modifications du prisme hexaèdre régulier.

Il est quelquefois compacte, ou sous forme de lames ou de petits cônes écailleux *spiciformes*. Il porte dans ce dernier cas le nom vulgaire d'*argent en épis*.

Gisement. C'est un des minerais les plus riches en cuivre et par conséquent un de ceux dont l'exploitation offre le plus d'avantages. Il est très-commun en Angleterre, dans le duché de Cornouailles, en Sibérie, etc.

Quatrième espèce : CUIVRE PYRITEUX.

(*Pyrite cuivreuse*, *pyrite de cuivre*, *chalcopyrite.*)

C'est un double sulfure de cuivre et de fer au minimum ou protosulfure. Il est solide, d'un jaune de laiton ou d'un jaune d'or, quelquefois mélangé de couleurs irisées, non malléable, assez cassant, d'une pesanteur spécifique de 4,16, cristallisant en octaèdre à base carrée.

Le cuivre pyriteux est fusible au chalumeau avec dégagement d'acide sulfureux. Les quantités de fer qu'il contient sont assez variables. Il y en a de 29 à 32 parties sur 100 et de 30 à 34 de cuivre; c'est une combinaison de deux atomes de soufre, d'un atome de cuivre et d'un atome de fer.

Le cuivre pyriteux se rencontre quelquefois cristallisé en octaèdre à base carrée, passant au tetraèdre. D'autres fois il est sous la forme de stalactites ou de mamelons, ou en masses compactes. Par rapport à la couleur, on distingue le cuivre pyriteux jaune pâle, jaune bronze, jaune doré, irisé, hépatique.

Gisement. Le cuivre pyriteux forme des filons et des couches puissantes dans les terrains secondaires. Il est associé à la baryte sulfatée, au quarz, au feldspath, etc.

Cette espèce est, sans aucun doute, la plus commune des minerais de cuivre; mais ce n'est pas la plus riche en cuivre. C'est elle qui est exploitée aux mines de Saint-Bel près Lyon; à Sainte-Marie-aux-Mines; en Saxe, en Angleterre.

Cinquième espèce : CUIVRE GRIS.

(*Panabase*, *tennantite.*)

La couleur gris d'acier distingue sur le champ cette espèce, qui offre la même composition que le cuivre pyriteux, mais de plus quelqu'autre principe variable, tel que l'arsenic, le zinc, l'antimoine. M. Beudant en fait deux espèces : l'une, qu'il nomme *panabase*, et qui est un sulfure de cuivre, d'antimoine, de fer, d'arsenic, de zinc et d'argent; la seconde, qu'il appelle *tennantite*, est un sulfure de cuivre, d'arsenic et de fer. Il cristallise dans le système du tetraèdre régulier. Sa cassure est raboteuse et brillante; sa poussière noire, un peu rougeâtre. Il fond au chalumeau, et donne un bouton métallique qui se compose de cuivre et de fer. Sa densité est de 4,6; il est idioélectrique par le frottement.

Ce minerai se trouve cristallisé ou en masse. C'est une des espèces les plus communes, et qu'on exploite le plus souvent pour en retirer le cuivre.

On distingue encore le *cuivre gris platinifère* de Guadalcanal, variété dans laquelle Vauquelin a trouvé une quantité notable de platine.

Gisement. On le trouve à Sainte-Marie-aux-Mines, à Baygorry dans les Pyrénées-Occidentales.

Sixième espèce : CUIVRE SÉLÉNIÉ.

Trouvé par M. Berzélius dans la province de Smoland, en Suède. On reconnaît ce minéral à l'odeur de

rave qu'il dégage par la chaleur; sa couleur est celle de l'argent natif. Sa consistance est molle; il peut s'aplatir sous le marteau.

M. Berzélius signale encore le cuivre sélénié argental ou *eukairite*.

CUIVRE CARBONATÉ.

Le cuivre carbonaté comprend deux espèces : la *malachite* et l'*azurite*. Leur caractère commun, indépendamment de tous ceux qui sont propres aux sels de cuivre sont de faire effervescence dans les acides.

Septième espèce : CUIVRE CARBONATÉ VERT.

(Malachite, Hydrocarbonate de cuivre; Vert de Montagne; cendre verte.)

Selon M. Berzélius, cette espèce se compose d'un atome de carbonate de cuivre combiné à un atome d'eau, ou en poids de 71,8 d'oxide de cuivre, 20 d'acide carbonique et 8,2 d'eau. Elle est opaque, d'une belle couleur verte plus ou moins foncée, d'une pesanteur spécifique de 3,5. Ayant pour forme primitive un prisme rhomboïdal droit. Elle est tantôt compacte, tantôt soyeuse, tantôt pulvérulente.

Fusible au chalumeau, elle communique au borax une belle teinte verte. Elle se dissout très-facilement dans l'acide nitrique avec effervescence à l'aide de la chaleur; elle communique à l'ammoniaque une belle teinte bleue, mais lentement, ce qui la distingue du cuivre muriaté.

On distingue plusieurs variétés de cuivre carbonaté vert; les principales sont :

1°. La *malachite cristallisée* en prismes rhomboïdaux terminés par des sommets dièdres.

2°. *La malachite soyeuse* en aiguilles fines déliées, luisantes, soyeuses, entrecroisées ou rayonnantes.

3°. *La malachite concrétionnée*, en masses compactes, ondulées et en couches parallèles.

4°. La *malachite pulvérulente* ou *chrysocolle*, vulgairement *vert de montagne*, tantôt en masses terreuses et pulvérulentes, tantôt en efflorescence à la surface des autres minerais de cuivre.

Gisement. Cette belle espèce accompagne en général tous les autres minerais de cuivre. Elle est souvent le résultat de leur décomposition spontanée. Les morceaux les plus volumineux de malachite viennent en général des monts Ourals en Sibérie.

Quelques-unes des pierres vertes, connues sous le nom de *Turquoises*, et qu'on taille pour faire des bijoux, sont des os ou dents fossiles colorés par de la malachite.

Huitième espèce : CUIVRE CARBONATÉ AZURÉ.

(*Cuivre azuré, azurite; bleu de montagne, cuivre bleu, pierre d'Arménie.*)

Couleur d'un beau bleu indigo, assez fragile, très-éclatant et comme vitreux, d'une pesanteur spécifique de 3,5 à 3,7, ayant pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique.

Il est composé, d'après M. Berzélius, d'un atome d'hy-

drate de cuivre, et de deux atomes de bicarbonate de cuivre, et en poids d'après Klaproth de 70 d'oxide de cuivre; 24 d'acide carbonique et 6 d'eau.

Il est tantôt parfaitement cristallisé, tantôt lamelliforme, tantôt aciculaire, granulaire ou en masse.

Gisement. Il est rarement très-abondant, il tapisse en général les parois des filons qui contiennent d'autres minerais de cuivre ou forme des amas sphéroïdaux, à Chessy, près Lyon, etc.

La malachite et l'azurite bien compactes sont susceptibles de recevoir un beau poli. On en fait des vases, des boîtes, des ornemens, de petits meubles d'un prix très-élevé.

Neuvième espèce : CUIVRE MURIATÉ.

(Atacamite ou chlorure de cuivre.)

C'est la combinaison d'un atome de chlorure de cuivre et de quatre atomes d'eau ou en poids, de 71,45 d'oxide de cuivre, de 12,36 d'acide hydrochlorique et de 16,20 d'eau.

Il est d'un beau vert émeraude, tantôt sous la forme d'une poudre ou sable très-fin, tantôt en masses lamellaires ou en cristaux qui sont des prismes droits rhomboïdaux.

Fusible et réductible au chalumeau, colorant la flamme en bleu ou en vert, se dissolvant dans l'acide nitrique, sans effervescence. Sa densité est de 4,43. Elle donne de l'eau par la calcination.

Elle est tantôt *cristallisée* en très-petits cristaux prisma-

tiques ou octaédriques ; tantôt *aciculaire* ou *fibreuse*, ou enfin *granulaire* et *terreuse*.

Gisement. Cette espèce ne parait être qu'une matière accidentelle dans les autres gites des minerais de cuivre. On la trouve surtout au Chili et au Pérou.

Dixième espèce : CUIVRE PHOSPHATÉ.

Il est vert, souvent noirâtre à l'extérieur et comme mamelonné, à structure fibreuse et rayonnée, cristalline, ayant pour forme primitive un octaèdre rectangulaire, assez dur pour rayer la chaux carbonatée. Il est fusible à la flamme d'une bougie, réductible au chalumeau ; mais à un feu très-vif ; soluble sans effervescence dans l'acide nitrique. L'analyse publiée par M. Berthier a fourni :

Acide phosphorique	28,7.
Oxide de cuivre.....	63,9.
Eau	7,4.

C'est-à-dire cinq atomes d'acide phosphorique combinés à 4 atomes d'oxide de cuivre et 2 atomes d'eau.

Le *cuivre phosphaté de Rheinbreitbach*, contient plus d'eau et moins d'acide phosphorique. M. Beudant en fait une espèce à part qu'il nomme *Ypoleime*, cristallisé en prismes rhomboïdaux obliques.

On l'a trouvé sur les bords du Rhin et en Hongrie.

Onzième espèce : CUIVRE ARSENIATÉ.

On a long-temps confondu sous ce nom plusieurs espèces dont la composition n'est pas parfaitement identi-

que. M. Beudant les a distinguées les unes des autres et en a formé quatre espèces différentes, savoir :

1°. *L'érinite*, ou cuivre arséniaté rhomboédrique, cuivre micacé, composée de 3 atomes d'acide arsénique, 3 atomes d'oxide de cuivre, et 1 atome d'eau.

2°. *La liroconite*, ou cuivre arséniaté en octaèdre obtus, composé d'un atome d'acide arsénique, 2 atomes d'oxide de cuivre et 6 atomes d'eau.

3°. *L'olivenite* cuivre arséniaté prismatique droit, cuivre arséniaté en octaèdre aigu, composé de 5 atomes d'acide, 3 atomes d'oxide et 1 atome d'eau.

4°. *L'aphanèse* ou cuivre arséniaté prismatique triangulaire, composé de 2 atomes d'acide arsénique, 2 atomes d'oxide de cuivre, et 3 atomes d'eau.

Cependant ces espèces présentent quelques caractères communs qui peuvent servir à les distinguer. Leur couleur générale est le vert dans toutes ses nuances : elles sont solubles sans effervescence dans l'acide nitrique ; chauffées au chalumeau, elles fondent en répandant des vapeurs alliacées d'arsenic. Elles sont réductibles.

Le cuivre arseniaté est commun dans le duché de Cornouailles.

Douzième espèce : CUIVRE SULFATÉ.

(Vitriol bleu, couperose bleue ; cristaux de Vénus).

Il se compose d'oxide de cuivre 31,80, acide sulfurique 32,14, eau, 36,06. Cristallise en prisme oblique à base de parallélipipède obliquangle. Mais on ne le trouve guère que sous forme de concrétions ou de poussière

dans les minerais de cuivre où il s'est formé par suite de leur décomposition. On le trouve à Saint-Bel, près Lyon.

Treizième espèce : CUIVRE DIOPTASE.

Ce beau minéral est cristallisé en dodécaèdre, translucide et d'un beau vert d'émeraude. Sa densité est de 3,3. Il est insoluble dans l'acide nitrique; il y conserve sa belle couleur verte, prend une couleur marron au chalumeau et donne un grain de cuivre par l'addition du borax. C'est un silicate de cuivre hydraté. On ne l'a rapporté que de la Bucharie Chinoise.

Traitement métallurgique du cuivre.

On n'exploite guère en grand, pour en retirer le cuivre, que la pyrite, le cuivre natif, les oxides et les carbonates de cuivre, mais surtout le premier de ces minerais.

Pour obtenir le cuivre des pyrites, elles doivent être grillées un grand nombre de fois pour en chasser la plus grande partie du soufre. On les fond ensuite et on a des *mattes* composées de cuivre et de fer sulfurés fondus, brunes et fragiles. On les concasse, on les grille de nouveau, puis on les refond plusieurs fois, et les scories qu'on a eu soin d'enlever ont entraîné une grande partie du soufre et du fer. On obtient ainsi du *cuivre noir* qui se compose ordinairement de neuf dixièmes de cuivre.

On procède alors à son *affinage*. Pour cela on le fait fondre dans un fourneau à réverbère dont le sol concave est recouvert d'une brasque d'argile et de charbon. Quand le cuivre est fondu on enlève les scories qui contiennent le fer oxidé et le soufre, et l'opération est terminée. On coule le cuivre dans des petits bassins où il se fige et forme des espèces de gâteaux couverts d'aspérités. On le nomme *cuivre de rosette*.

Si le minerai pyriteux contient peu de cuivre, comme à Saint-Bel et à Chessy, près Lyon, on le grille, puis on le lave pour dissoudre les sulfates de fer et de cuivre qui se sont formés; on plonge dans ces liqueurs des plaques de fer ou de la vieille ferraille qui décomposent le sulfate de cuivre et le cuivre métallique vient se déposer sur le fer, en couches poreuses et couvertes d'aspérités. On nomme *cuivre de cémentation* celui qu'on obtient par ce procédé.

Si le cuivre contient de l'argent en grande quantité, on en retire ce dernier par la coupellation. Si les mattes sont moins riches, on les fond avec du plomb, on en forme des pains cylindriques, qu'on place ensuite verticalement dans un four que l'on chauffe graduellement. Le plomb, beaucoup plus fusible que le cuivre, fond le premier, entraînant avec lui tout l'argent, et le cuivre reste sous la forme de masse poreuse. On coupelle ensuite le plomb. Ce procédé est connu sous le nom de *liquation*.

Quand le cuivre est aurifère, on le traite par l'amalgamation. Le mercure s'empare de l'or.

Usages du cuivre. Le cuivre est après le fer, le métal

dont l'homme tire le plus d'avantages et qu'il employe le plus à ses besoins. Ainsi une foule d'ustensiles nécessaires pour ses usages domestiques et pour les opérations des arts sont faits en cuivre.

Ce métal offre encore un très-grand avantage ; c'est celui de s'unir avec plusieurs autres substances métalliques et de former des alliages fort importans. Nous nous contenterons de citer les suivans :

1° Le *laiton* est un alliage de cuivre et de zinc. C'est lui que l'on connaît sous le nom de *cuivre jaune* et qui est employé à la construction des instrumens de physique. La proportion du zinc et du cuivre n'est pas rigoureusement déterminée. Aussi les analyses qu'on a publiées de différentes sortes de laiton, varient-elles beaucoup entre elles sous ce rapport.

2° Le *bronze* ou *l'airain* est un alliage de cuivre et d'étain. Il sert à faire des statues, des monnaies, des canons, des cloches, des cimbales, de tamtams, des miroirs de télescope, etc.

3° Le *Packfong* ou cuivre blanc de la Chine. C'est un alliage de cuivre, de nickel et de zinc. On en fabrique en France. Il a une couleur blanche argentine, et est susceptible d'un très-beau poli.

On a évalué à environ 400,000 quintaux la quantité de cuivre que chaque année l'Europe verse dans le commerce, et dont la valeur moyenne est d'environ 60 à 80 millions de francs. L'Angleterre fournit à elle seule la moitié de cette quantité. Après elle viennent la Russie qui en donne 70, la Suède et l'Autriche, 60 mille quintaux chacune; tandis que la France n'entre guère que

pour 2,500 quintaux dans cette production. Cette quantité est de beaucoup inférieure à celle qui est nécessaire pour nos besoins. Aussi sommes-nous forcés de tirer de l'étranger la plus grande partie de nos cuivres.

Propriétés médicales des préparations de cuivre.

Les préparations de cuivre sont en général très-vénéneuses. Ainsi le vert de gris naturel (sous carbonate, mêlé de beaucoup d'hydroxide de cuivre) est un poison violent, dont les accidens se montrent malheureusement bien souvent, quand on le laisse se former dans les ustensiles de nos cuisines. Toutes les autres préparations cuivreuses agissent de la même manière. Le meilleur moyen à employer pour remédier à ces accidens, consiste, selon M. Orfila, à administrer de l'eau albumineuse en grande quantité, il est aussi très-utile de provoquer les vomissemens. On a souvent, et à plusieurs reprises, préconisé le sucre comme antidote certain des préparations cuivreuses. On se basait sur ce que l'acétate de cuivre était, à l'aide de l'ébullition, converti par le sucre en protoxide de cuivre; mais M. Orfila conclut d'expériences précises que le sucre n'exerce aucune action chimique sur le vert de gris qui a été introduit dans l'estomac et qu'il ne l'empêche pas d'agir comme caustique.

HUITIÈME GENRE. URANE.

L'urane, ainsi nommé par Klaproth du nom de la planète Uranus, a été découvert par ce savant chimiste en

1787. On ne le trouve dans la nature que combiné avec l'oxigène et les acides phosphorique ou sulfurique. C'est dans le minéral nommé *pechblende* ou blende de poix par les Allemands, que le chimiste de Berlin en a d'abord constaté l'existence.

Réduit à l'état de pureté par les procédés chimiques, l'urane cristallise en petits grains octaédriques réguliers, ayant l'éclat métallique, et une couleur gris foncé ou brun rougeâtre, légèrement transparens sur leurs bords.

Les minerais d'urane se reconnaissent assez facilement. Par le chalumeau ils colorent le verre de borax en jaune sombre à la flamme d'oxidation, et en vert sale au feu de réduction. Leur solution dans l'acide nitrique est légèrement jaunâtre. Les alcalis y forment un précipité jaune; et l'hydrocyanate ferruré de potasse, un précipité rouge de sang.

Première espèce : URANE NOIR.

(*Urane oxidulé, bioxide d'urane, pechblende ou mine de fer en poix.*)

Cette espèce a un aspect à peine métalloïde, ayant quelque ressemblance avec de la poix noire, de là le nom de *pechblende* qui lui a été donné par les minéralogistes allemands. Elle est assez dure et néanmoins cassante, sa cassure chonchoïde et inégale; sa densité est de 6,57. Elle est ordinairement en masses reniformes ou mamelonnées à structure quelquefois lamellaire, surtout dans un sens.

C'est un bioxide d'urane qui se compose en poids de :

Urane.....	94.
Oxigène.....	6.

Gisement. L'urane oxidé ne s'est encore trouvé que dans les terrains primitifs et surtout dans les minerais d'argent et de plomb, en Saxe et en Bohême.

L'*hydroxide* d'urane ou *ocre d'urane* est un tritoxide contenant de l'eau. Il est en poudre ou en masses jaunâtres, dans les mêmes localités que l'espèce précédente.

Deuxième espèce : URANE PHOSPHATÉ *ou* URANITE.

(*Urane jaune, urane micacé, mica vert, urane oxidé d'Haüy, chalcolite.*)

L'urane phosphaté est d'un jaune citrin, ou verdâtre ou même d'un vert d'émeraude. Sa structure est laminaire; il est tendre, fragile et translucide, son éclat est vif et perlé; sa densité de 2,19 à 3,115. Par le clivage on arrive à un prisme droit à base carrée.

Les variétés cristallisées sont assez nombreuses. Non cristallisé il est ou *lamelliforme*, ou *flabelliforme*, c'est-à-dire formé de petites lames disposées en éventail, ou *amorphe* et *terreux*. Cette espèce contient toujours de la chaux ou du cuivre et de l'eau.

Quant à sa couleur elle offre deux teintes principales, jaune ou verte.

L'urane jaune offre la composition suivante :

Oxide d'urane.....	59,37.
Acide phosphorique...	14,63.
Chaux et eau.....	14,90.

L'urane vert, qui doit sa couleur au cuivre, offre la composition suivante :

Oxide d'urane.....	60.
Acide phosphorique.....	16.
Oxide de cuivre.....	9.
Eau.....	14.

Gisement. Minéral des terrains primitifs, on trouve l'urane phosphaté dans les filons de granites; à Saint-Symphorien près d'Autun, à Saint-Yrieix, près Limoges, etc.

L'*urane sulfaté* est en cristaux aciculaires d'un vert d'herbe, translucides, solubles dans l'eau, à Joachimstahl en Bohême.

Extraction et usages de l'urane.

L'urane s'obtient assez facilement à l'état métallique, en décomposant son oxide par l'hydrogène au moyen de la chaleur rouge, comme l'ont démontré les travaux de M. Lecanu et M. Asfwedson. M. Berzélius le retire de l'oxalate neutre d'urane, chauffé en vase clos.

Ce métal n'est d'aucun usage.

Neuvième genre. ZINC.

Les anciens n'ont fait aucune mention du zinc ; ce

n'est guère qu'au XIIe siècle qu'il a commencé à être connu. Cependant il n'y a qu'environ deux siècles que ce métal a été employé en Europe. A cette époque il nous était apporté de la Chine et des Indes. Vers le milieu du siècle dernier les travaux de Margraaf, de Cronstedt, nous on fait connaître les moyens d'exploiter nos minerais de zinc.

Il ne se rencontre jamais à l'état natif. Il est constamment combiné dans la nature avec l'oxigène, le soufre ou certains acides, particulièremant le carbonique et le sulfurique.

Purifié par les procédés métallurgiques le zinc est blanc grisâtre, légèrement bleuâtre, brillant dans une cassure récente, mais perdant rapidement son éclat et devenant terne, d'une texture lamellaire; il est malléable et légèrement ductile; d'une pesanteur spécifique de 7,19.

Chauffé dans des vaisseaux clos, il fond au-dessous de la chaleur rouge et se volatilise complètement; avec le contact de l'air il s'oxide facilement et donne des flocons blancs et légers qui sont formés par son oxide et qu'on désigne sous les noms de *pompholyx*, *fleurs de zinc*, etc. Il se combine avec quelques acides et forme des sels qui jouissent de la propriété remarquable de précipiter en blanc par presque tous les réactifs; c'est-à-dire par la potasse, la soude et l'ammoniaque, par l'acide hydrosulfurique et les hydrosulfates; par le prussiate ferruré de potasse.

Première espèce : **ZINC OXIDÉ ROUGE.**

(*Zinc oxidé ferrifère; oxide de zinc ferro-manganésien.*)

Il est en masses amorphes d'un rouge brunâtre ou presque noir, à structure granuleuse ou lamellaire et comme micacée, très-brillante dans une cassure récente, se ternissant à l'air; fragile, quoique assez dure; sa poudre est jaunâtre; sa pesanteur spécifique de 5,43.

Il est infusible au chalumeau sans addition; il colore le verre de borax en jaune.

M. Berthier y a trouvé la composition suivante : Oxide de zinc 88, oxide de manganèse 12.

Cette espèce n'a encore été trouvée que dans l'Amérique du nord où elle est très-abondante.

Deuxième espèce : **ZINC OXIDÉ SILICATÉ.**

(*Calamine, pierre calaminaire, zinc oxidé hydraté siliceux.*)

Cette espèce est généralement blanche, quelquefois un peu jaunâtre, en masses compactes ou concrétionnées ou cristallisées. Elle est assez tendre, d'une pesanteur spécifique de 3,38 à 3,50; ses cristaux sont souvent des tables qui dérivent d'un octaèdre rectangulaire. Ils sont naturellement électriques, même à la chaleur ordinaire de l'atmosphère et phosphorescens par frottement.

Au feu du chalumeau, le zinc silicaté décrépite et blanchit sans se fondre. Mais le caractère qui le distingue

de tous les autres minerais de zinc, c'est qu'il se dissout sans effervescence ou avec une très-légère effervescence dans les acides à froid, avec lesquels il forme une gelée, due à la silice qu'il contient.

Cette espèce présente un grand nombre de variétés cristallisées ou amorphes; elle est quelquefois lamelliforme, aciculaire, concrétionnée, compacte, caverneuse ou terreuse.

C'est un silicate de zinc hydraté, dans lequel la quantité d'eau paraît très-variable. Voici l'analyse publiée par M. Berthier, de la calamine de Limbourg :

Silice.....	25.
Oxide de zinc.....	66.
Eau.....	9.

Gisement. Elle accompagne en général le carbonate de zinc et se trouve dans les terrains primordiaux et dans presque toute la série des terrains secondaires, en Angleterre, en Saxe, en Brisgau.

Usages. On exploite ce minerai pour obtenir le zinc métallique.

Troisième espèce : ZINC SULFURÉ *ou* blende.

Substance solide d'un gris noirâtre, brunâtre ou presque jaune, à structure lamellaire, brillante, assez tendre, facilement clivable, d'une densité de 4,02 à 4,07, souvent transparente, ayant la réfraction simple; et quand elle est cristallisée, surtout les variétés de couleur jaune, devenant phosphorescente souvent par le simple frottement des barbes d'une plume. Sa forme primitive est un rhomboèdre obtus.

Elle est infusible au chalumeau et ne donne qu'une faible odeur sulfureuse, se dissout difficilement dans l'acide nitrique. M. Berzélius l'a trouvée composée d'un atome de zinc et de deux atomes de soufre; ou en poids de zinc 67, et de soufre 33.

Variétés. Elles sont très-nombreuses. Ses formes cristallines dominantes sont le dodécaèdre à plans rhombes, le tétraèdre régulier, l'octaèdre régulier, le cubo-dodécaèdre, etc.

Il y a trois variétés principales de couleur : la noire, la brune ou rougeâtre, et la jaune.

Elle peut être *lamellaire*, *radiée*, *concrétionnée*, *compacte*, *etc.*

Gisement. La blende existe très-abondamment dans les terrains primitifs et de sédiment. En France elle est très-commune à Vizille (Isère), à Arras (Pas-de-Calais), à Châtelaudren (Côtes du Nord), etc., etc.

Quatrième espèce : ZINC CARBONATÉ *ou* calamine.

C'est cette espèce qui porte véritablement le nom de *calamine*. Elle ressemble beaucoup au zinc silicaté, dont elle diffère surtout en ce qu'elle fait une vive effervescence avec les acides et ne forme pas gelée. Sa forme primitive est un rhomboèdre obtus, sa densité de 3,59 à 4,33.

Elle est blanche, opaque, lamelleuse, aciculaire compacte ou cristallisée. Sa couleur néanmoins est très-variable; elle est quelquefois brune, verte, jaune, bleue. Elle se compose d'oxide de zinc 65 et d'acide carbonique 35.

Gisement. Elle forme quelquefois des stalactites ou concrétions dans les mines de zinc ou de plomb, ou bien constitue des espèces de couches dans les terrains de transition. On la trouve en Carinthie, en Angleterre.

Cinquième espèce : ZINC SULFATÉ.
(*Vitriol blanc.*)

Il est assez rare dans la nature et paraît provenir, comme la plupart des sulfates métalliques de la décomposition des sulfures. Il est en aiguilles ou en poudre blanche ou constitue des stalactites à structure fibreuse, d'une saveur styptique. Obtenu par cristallisation il est en prismes quadrangulaires terminés par des pyramides à quatre faces. Il est très-soluble, se boursoufle au feu. Il se compose de zinc oxidé 27,5, d'acide sulfurique 22 et d'eau 50.

On le trouve dans le département de l'Aveyron, à Idria en Carniole et surtout à Goslas dans le Harz d'où nous vient presque tout celui qu'on emploie dans les arts et la médecine.

Traitement métallurgique du zinc.

Le minerai qu'on exploite le plus communément, c'est le zinc oxidé silicaté.

On commence par le calciner au feu; puis on le réduit en poudre, on le mélange avec du charbon pulvérisé. On place ce mélange dans de grands tuyaux de terre placés obliquement dans un fourneau; l'extré-

mité inférieure est fermée, la supérieure communique dans d'autres tuyaux placés obliquement dans un autre sens. A mesure que le zinc se revivifie, il se volatilise et est reçu dans les tuyaux supérieurs. On le refond de nouveau avant de le verser dans le commerce.

Usages. Le zinc est un métal fort utile. Réduit en lames, il sert à la couverture des édifices, et a sur le plomb l'avantage d'être plus léger. On en fait aussi des tuyaux, des gouttières pour la conduite des eaux, des baignoires. Les ustensiles de cuisine qu'on a cherché à faire avec le zinc ont un grave inconvénient, celui d'être facilement attaqués par les acides qui existent ou se forment dans les alimens, par les préparations qu'on leur fait subir. Or, les sels de zinc sont plus ou moins vénéneux. Le zinc sert aussi à la construction de la pile de Volta.

Allié au cuivre, il constitue le laiton ou cuivre jaune avec lequel on fabrique une foule d'instrumens.

L'oxide de zinc est un antispamodique très-énergique à la dose de six à huit grains et même plus. La tuthie qui est un oxide grisâtre et impur s'emploie comme astringent dans les collyres liquides ou secs.

La sulfate de zinc est très-astringent. On l'emploie surtout à l'extérieur, dans les collyres résolutifs, à la dose de 12 à 15 grains; il a été donné quelquefois comme émétique.

Les vernisseurs s'en servent pour rendre les huiles siccatives. Il sert aussi à la préparation du blanc de zinc ou oxide de zinc, qui peut remplacer avec avantage le blanc de plomb dans la peinture à l'huile.

DIXIÈME GENRE. CADMIUM.

Ce métal assez rare ne se rencontre jamais que dans quelques minerais et surtout les sulfures de zinc; il y est à l'état de sulfure. Il a été découvert, en 1818, par M. Hermann, dans les fleurs de zinc. Mais c'est M. Stromeyer qui, peu de temps après, l'a fait parfaitement connaître dans toutes ses combinaisons.

Le cadmium ressemble beaucoup à l'étain; il est d'un blanc brillant avec une légère teinte bleuâtre, pouvant acquérir un très-beau poli, inaltérable à l'air sec. Il est assez mou, on l'entame facilement avec une lime ou un couteau; sa texture est compacte et sa cassure crochue. Il est ductile et assez malléable. Lorsqu'il a été fondu, il cristallise facilement en octaèdre, et comme l'antimoine, sa surface se recouvre d'empreintes en forme de feuilles de fougère. Sa pesanteur spécifique est de 8,640. Il est fusible au-dessous de la chaleur rouge, et se volatilise sans répandre d'odeur marquée.

Chauffé avec le contact de l'air, il en absorbe l'oxigène et se change en un oxide de couleur jaune brunâtre. Cet oxide se combine facilement avec les acides pour former des sels, généralement incolores, d'une saveur acerbe et métallique, et soluble dans l'eau. Les alcalis en précipitent l'oxide hydraté qui est de couleur blanche; le précipité n'est pas soluble dans un excès d'alcali.

Usages. Le sulfure de cadmium artificiel, que l'on prépare, soit en chauffant du soufre avec l'oxide de cad-

mium, ou en le précipitant d'une dissolution saline par l'acide hydrosulfurique, offre une couleur jaune orangé très-belle et très-fixe. Elle se mélange très-facilement avec les autres couleurs sans s'altérer. Aussi est-il assez usité aujourd'hui dans la peinture. On le prépare en Allemagne et à Paris.

ONZIÈME GENRE. ÉTAIN.

L'étain a été connu des anciens, dès la plus haute antiquité. Il se rencontre dans la nature à l'état d'oxide et à l'état de sulfure. Ce n'est donc que par les procédés métallurgiques que nous pouvons avoir de l'étain métallique.

Ainsi obtenu, il est blanc d'argent, brillant, très-tendre, un peu moins que le plomb, malléable, ductile, mais peu tenace. Un fil de deux millimètres de diamètre supporte un poids de 15 kil. 740. Sa densité est de 7,291 à 7,299, lorsqu'il a été battu. Il est très-flexible, et quand on le plie, il fait entendre un petit bruit particulier qu'on nomme *cri* de l'étain. Quand on le frotte ou qu'on le tient quelque temps dans la main il a une odeur désagréable.

Il fond à la température de 228°, et il n'est que très-peu volatil. Si on élève beaucoup la température, il s'oxide en brûlant. L'étain qui a été fondu, cristallise par le refroidissement en rhomboèdre. Le moiré métallique est le résultat de la cristallisation de l'étain sur les feuilles de fer blanc.

Comme il existe deux oxides d'étain, on a des protosels et des deutosels de ce métal.

Les protosels s'altèrent à l'air, en absorbant l'oxigène, et il se forme un précipité blanc qui est ou du deutoxide ou un sous-sel de deutoxide. Par les alcalis, précipité blanc, soluble dans un excès d'alcali; par l'acide hydrosulfurique, précipité brun chocolat; par le chlorure d'or, précipité pourpre; enfin une lame de zinc se recouvre d'étain métallique. Les deutosels ne diffèrent que par le précipité formé par l'acide hydrosulfurique, qui est jaune et non brun chocolat.

Première espèce : ÉTAIN OXIDÉ.

Il est d'un brun plus ou moins foncé ou presque noir, vitreux, très-éclatant, quelquefois presque limpide. Il est assez dur pour étinceler sous le choc du briquet; sa cassure est rabotteuse et inégale; sa pesanteur spécifique est de 6,9.

Chauffé au chalumeau, il fond très-difficilement, et ne peut être réduit qu'avec peine. Il donne au verre de borax une teinte blanche laiteuse.

La forme primitive de l'étain oxidé est un octaèdre à base carrée; mais il varie beaucoup dans ses formes secondaires.

Il offre la composition suivante.

Oxigène....	21,33
Étain.....	78,67

Les principales variétés sont 1° le dodécaèdre, 2° le dioctaèdre; 3° l'hémitrope; 4° le sublaminaire; 5° le concrétionné; 6° le granuliforme.

Gisement. Cette espèce se rencontre dans les terrains

primitifs. Elle est commune dans l'Inde à Banca et à Malaca, en Bohême, en Saxe, et surtout dans le comté de Cornouailles en Angleterre. L'étain est très-rare en France, cependant, il en existe deux mines, mais assez pauvres l'une à Vauly près Limoges, l'autre à Periac près Nantes.

Deuxième espèce : ETAIN SULFURÉ.

Il est gris d'acier ou jaune verdâtre comme le bronze, solide, assez fragile, et se réduisant facilement en une poussière noire; sa cassure est inégale, lamelleuse; sa densité de 4,35.

Il est fusible au chalumeau en donnant l'odeur sulfureuse. D'après Klaproth, il se compose d'étain 34; de cuivre 36, de soufre 25, de fer 2 parties. C'est la combinaison d'un atome de bisulfure d'étain avec deux atomes de sulfure de cuivre. On en connaît deux variétés, le laminaire et le massif.

On ne l'a encore trouvé que dans le comté de Cornouailles en Angleterre.

Traitement métallurgique de l'étain.

Il consiste à débarasser la mine de sa gangue et à la réduire en pâte, dont on fait des pains. Quand l'oxide d'étain est mélangé de sulfures de fer ou de cuivre, il doit être préalablement grillé, puis fondu avec du charbon dans un fourneau à réverbère. L'étain ainsi obtenu n'est pas assez pur pour les usages des arts, il doit

être fondu de nouveau avec du charbon de bois ou de la houille.

Usages. L'étain est très-employé dans les arts. Allié d'une petite quantité de cuivre qui lui donne un peu plus de dureté, il sert à fabriquer de la vaisselle, des vases et autres ustensils. On l'emploie à l'étamage du cuivre; à faire le fer blanc, qui n'est qu'une lame de tôle recouverte d'étain, et, uni au mercure, à l'étamage des glaces.

Il forme avec les différens métaux des alliages très-usités, avec le plomb la soudure des plombiers, avec le cuivre, le bronze, etc.

Les dissolutions d'étain sont fort employées dans l'art de la teinture, pour aviver certaines couleurs pourpre fournies par la cochenille.

En médecine, l'étain métallique a été considéré comme un anthelmintique à la dose d'un à deux gros.

Douzième genre. BISMUTH.

C'est un métal qu'on trouve dans la nature sous trois états, 1° natif, 2° oxidé, 3° sulfuré.

Première espèce : BISMUTH NATIF.

Le bismuth n'a guère été connu des minéralogistes que vers le 15e siècle. Il est d'un blanc jaunâtre, avec des reflets légèrement violacés, d'une texture lamellaire, fragile, non malléable, ni ductile, ayant pour forme primitive l'octaèdre régulier; et pesant 9,83. Il est quelques fois sous la forme de dendrites. Il existe une variété rhomboïdale.

Fusible même à la simple flamme d'une bougie; pour fondre en masse, il exige une chaleur de 247°; se dissolvant avec effervescence dans l'acide nitrique, communiquant au verre de borax une légère teinte verdâtre. A une haute température il est complétement volatil.

Les sels de bismuth sont précipités en blanc par l'eau distillée: le précipité est un sous-sel insoluble; en noir par l'acide hydrosulfurique, en blanc jaunâtre par l'hydrocyanate ferruré de potasse; en blanc par la potasse, la soude et l'ammoniaque; en jaune sale par l'infusion de noix de galles.

Le bismuth fondu cristallise très-facilement en espèces de lames rentrantes, disposées en cubes et un peu excavées en trémies. Quand il est en masse, sa surface ne se recouvre pas comme l'antimoine, de vestiges de cristaux en forme de feuilles de fougères.

Gisement. On trouve le bismuth en Saxe, en Suède, etc. Les mines de Poullaouen en fournissent également. Mais c'est un métal très-peu abondant dans la nature.

Deuxième espèce : BISMUTH OXIDÉ.

On le trouve avec les mines de bismuth natif, tantôt à l'état pulvérulent, tantôt en masses amorphes. Il est d'un vert jaunâtre, se réduit très-facilement au chalumeau; il est friable. Le bismuth que l'on en obtient par le chalumeau le distingue facilement de quelques minerais de cuivre avec lesquels on pourrait le confondre.

Troisième espèce : BISMUTH SULFURÉ.

En masses d'un gris de plomb avec une teinte légèrement jaune-rougeâtre. Sa texture est tantôt granulaire, tantôt écailleuse, plus rarement en aiguilles; il est assez tendre.

On le distingue 1° du bismuth natif, par l'odeur sulfureuse qu'il répand quand on le chauffe au chalumeau, et parce qu'il ne fait pas effervescence avec l'acide nitrique; 2° De l'antimoine sulfuré parce qu'il n'est pas complétement volatilisable par le chalumeau; 3° de la galène, parce qu'il fond à la simple flamme d'une bougie.

Il se compose de 60 p. de bismuth et de 40 p. de soufre. La grande quantité de soufre qu'il contient fait qu'il est difficilement réductible sans addition.

On l'a trouvé en Saxe, en Suède, en Bohème, etc.

Traitement métallurgique du bismuth.

Les minerais de bismuth natif sont particulièrement ceux que l'on exploite pour en retirer ce métal. Il suffit de les fondre dans de grands creusets pour obtenir le métal.

Mais si le bismuth est allié au cobalt, ce qui est le cas le plus général, on fond le minerai dans des tuyaux de fer légèrement inclinés. Comme le bismuth fond plus facilement que le cobalt, il s'écoule par la partie déclive du tube à mesure qu'il se liquéfie et il est reçu dans des capsules en fer. Si le bismuth contient de l'arsenic,

il suffit de le chauffer pour volatiliser ce dernier.

Usages. Le bismuth est un métal fort peu employé dans les arts; allié en faible quantité à l'étain, il augmente sa solidité sans nuire à son éclat. Allié avec 5,8 de plomb et de 3,8 d'étain, il forme l'alliage fusible de Darcet, qui fond à une chaleur de moins de cent degrés centigrades.

En médecine on n'emploie que le sous-nitrate de bismuth, connu sous les noms d'*oxide ou magistère de bismuth*, *de blanc de fard*, *blanc de perle*, *etc.* A la dose de 12 à 20 grains, et plus; c'est un antispasmodique très-énergique.

Treizième genre. PLOMB.

Le plomb est un des métaux les plus anciennement connus. Les anciens le désignaient sous le nom de Saturne. Il se rencontre sous plusieurs états, 1° natif; 2° à l'état d'oxide; 3° à l'état de sulfure; 4° enfin combiné avec plusieurs acides.

Première espèce : PLOMB NATIF.

Métal d'un gris bleuâtre assez brillant, dans une cassure récente, mais se ternissant rapidement, malléable, ductile, peu tenace; un fil de deux millimètres de diamètre ne supporte qu'un poids de 8,818 kilog. Il est dense, ne présentant pas d'indice de clivage; il n'est ni élastique, ni sonore, et pèse 11,352.

Il fond avant même de rougir, il n'est volatil qu'à une très-haute température. Chauffé avec le contact de

l'air, il s'y oxide facilement; fondu, il cristallise par refroidissement en octaèdre.

Le plomb peut se combiner avec les acides et former des sels qui, pour la plupart, sont insolubles. Ces sels se reconnaîtront aux caractères suivans : ils ont en général une saveur styptique et douçâtre, ils précipitent en noir par l'acide hydrosulfurique; en blanc par la potasse, la soude et l'ammoniaque; en jaune serin par le chromate de potasse; en jaune orangé par l'hydriodate de potasse; en blanc par l'acide sulfurique, et enfin, le plomb métallique se dépose sur une lame de zinc placée dans une dissolution d'un sel de plomb.

Gisement. Le plomb natif est fort rare dans la nature, on ne l'a jamais trouvé qu'en grains ou en petites masses, et le plus souvent dans des laves, au Vésuve, à Madère, etc.

Deuxième espèce : PLOMB MINIUM.
(*Oxide rouge de plomb.*)

Il est pulvérulent, rougeâtre, rarement lamellaire, facilement réductible sur les charbons ardens, ayant du reste tous les caractères des minerais de plomb.

Il est composé de trois atomes d'oxigène et de deux atomes de plomb, ou en poids :

Oxigène	10,38
Plomb	89,62

On l'a trouvé dans quelques mines de plomb en Sibérie, en Angleterre, en Westphalie, etc.

Troisième espèce : **PLOMB SULFURÉ.**

(*Galène.*)

C'est le minerai de plomb le plus commun et le plus abondant; il a l'aspect métallique, la couleur et l'éclat du plomb, ne se ternissant pas à l'air. Il cristallise facilement en cube ou en octaèdre; sa texture est lamelleuse, rarement granulaire, et par le clivage on arrive avec la plus grande facilité à la forme cubique.

Il fond facilement au feu du chalumeau, en dégageant l'odeur sulfureuse et se réduit en plomb métallique; si l'on continue le feu, il se forme une efflorescence d'abord jaunâtre de protoxide de plomb, puis rouge de deutoxide ou minium. La galène se compose en général de 83 à 85 p. de plomb et de 17 à 15 de soufre.

Très-souvent la galène contient d'autres métaux, particulièrement de l'argent; quand ce dernier métal est en quantité suffisante pour que son produit compense les frais, on exploite la galène comme une mine d'argent. Plus rarement elle contient de l'or, de l'arsenic, de l'antimoine, etc.

Variétés. On rencontre fréquemment le sulfure de plomb très-bien cristallisé en cube, en octaèdre ou en cubo-octaèdre; tantôt il a la texture laminaire, tantôt lamellaire, grenue ou compacte.

Gisement. La galène forme des filons ou des amas dans les terrains primitifs et secondaires. La France possède ce minerai dans un grand nombre de localités, dans la Lozère, les Vosges et surtout la Bretagne; les mines

de Huelgoët et de Poullaouen sont les plus renommées en France.

Usages. C'est le minerai que l'on exploite presque exclusivement pour en retirer le plomb. Réduite en poudre, la galène, sous le nom d'*alquifoux*, sert à faire la couverte ou émail grossier dont on revêt les poteries communes.

Quatrième espèce : PLOMB CARBONATÉ.

(*plomb blanc*, *plomb spathique*, *céruse.*)

Il est vitreux et incolore quand il est bien pur, extrêmement éclatant; mais très-souvent il est plus ou moins opaque, conservant néanmoins la texture vitreuse ; sa pesanteur spécifique est de 6 à 6,7; il a pour forme primitive un prisme droit rhomboïdal ; il est assez tendre et cassant.

Il se dissout dans l'acide nitrique pur ou étendu, avec effervescence, fond facilement au chalumeau et se réduit en plomb métallique.

Il est composé de bi-oxide de plomb 82, acide carbonique 16.

Variétés. On le rencontre souvent cristallisé, tantôt en octaèdre, en dodécaère, etc. ; quand il n'est pas régulièrement cristallisé, il est souvent spathique, c'est-à-dire à demi transparent ; tantôt aciculaire, bacillaire ou concrétionné; ou bien il est lithoïde et comme terreux.

Gisement. On trouve le carbonate de plomb aux mines de Poullaouen et de Huelgoët en Bretagne, dans les Vosges, en Languedoc, etc.

Cinquième espèce : PLOMB SULFATÉ.
(*Plomb vitreux*, *anglesite.*)

Par ses caractères extérieurs, cette espèce ressemble beaucoup à la précédente. Elle est également vitreuse et transparente, très-éclatante, d'une pesanteur spécifique de 6,23 à 6,31. Sa forme primitive est également un prisme droit rhomboïdal; mais sa forme la plus habituelle est un octaèdre à base rectangle.

Il ne fait pas effervescence avec l'acide nitrique; il fond au feu du chalumeau et se réduit, mais plus difficilement, quand on y ajoute de la poudre de charbon.

Klaproth a trouvé cette espèce composée de plomb oxidé 71, acide sulfurique 24,8; eau 2; fer 1.

Variétes. Il cristallise généralement en octaèdre rectangulaire, plus ou moins modifié.

D'autres fois il est simplement *vitreux* ou *lithoïde* et *terreux*, granuliforme, concrétionné; par rapport à la couleur, on distingue le blanchâtre, le jaunâtre, l'incolore.

Gisement. On le rencontre surtout en Allemagne et en Angleterre, mais en petite quantité; tantôt en cristaux isolés, tantôt en veines ou en croûtes dans des minerais de galène.

Sixième espèce : PLOMB PHOSPHATÉ.
(*Plomb vert.*)

Il varie beaucoup dans sa couleur. Il est tantôt pres-

que incolore, tantôt brunâtre, tantôt d'un beau vert émeraude, tantôt jaune, etc. Mais quelle que soit sa couleur, sa poussière est toujours grise.

Il a l'aspect et la cassure vitreuse; sa pesanteur spécifique est de 7,09; sa forme primitive est un rhomboèdre obtus; il est un peu plus dur que le plomb carbonaté, et cependant se laisse rayer assez facilement.

Il fond au chalumeau, mais il n'y est réductible que par l'addition d'un peu de potasse, de charbon ou d'un peu d'acide borique. Il ne fait aucune effervescence avec les acides.

Il est formé d'oxide de plomb, d'acide phosphorique, presque constamment d'une petite quantité d'acide hydrochlorique.

Il y a une variété d'un jaune légèrement verdâtre, qu'on trouve entre autres dans les mines de Badenwiller en Allemagne, et qui contient toujours de l'acide arsénique.

Variétés. Le plomb phosphaté cristallisé se présente sous plusieurs formes différentes, qui, toutes, sont des modifications de sa forme primitive. Mais le plus communément, il est en prismes hexaèdres réguliers.

On le rencontre aussi en aiguilles, en faisceaux mamelonnés, ou quelquefois même pulvérulent.

Gisement. Cette espèce fait partie des autres gites métallifères du plomb. On le trouve particulièrement à Poullaouen et au Huelgoët en Bretagne.

Septième espèce : PLOMB CHRÔMATÉ.
(*plomb rouge.*)

Il est d'une belle couleur rouge orangé, fort différente de celle du chrômate de plomb artificiel qui est d'un jaune citron clair; brillant vitreux; ordinairement transparent; à texture compacte, très-tendre, à cassure rabotteuse; d'une pesanteur spécifique de 6,02. Il a pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique.

Il décrépite au feu du chalumeau, se fonce en couleur, puis se fond et se réduit, si on y ajoute du charbon ou de la potasse. Il colore le verre de borax en vert, ce qui est assez remarquable à cause de sa propre couleur; mais cette coloration verte est due à l'oxide de chrôme qui s'est formé par la décomposition de l'acide chrômique.

Variétés. D'après l'analyse de Vauquelin, il se compose d'oxide de plomb 64, et d'acide chrômique 36.

Cette espèce présente un grand nombre de formes cristallines, qui, toutes, sont plus ou moins compliquées; quelquefois il est sous la forme de lames ou de baguettes, de lamelles.

Gisement. Le plomb chrômaté vient surtout des environs de Bérésoff en Sibérie. Il est implanté dans un quarz ferrugineux. On sait que c'est en analysant cette espèce que notre célèbre Vauquelin a découvert un métal nouveau, le chrôme, qui y existe à l'état d'acide chrômique.

Huitième espèce : PLOMB MOLYBDATÉ.
(*plomb jaune.*)

Il est d'un jaune tantôt clair et pur, tantôt plus ou moins sale ou brunâtre; il est fragile, tendre, mais moins que le plomb rouge; d'un éclat vitreux translucide, ayant pour forme primitive un prisme droit à base carrée. Sa pesanteur spécifique varie de 5,09 à 5,86.

Par l'action du chalumeau, il décrépite et se réduit en partie; par le sel de phosphore, il forme un verre d'une teinte verte ou presque noire; par la soude et étendu ensuite dans l'eau, il se forme un précipité blanc d'acide molybdique, qui bleuit si on le place sur une lame de zinc, parce qu'il passe à l'état d'acide molybdeux.

Klaproth l'a trouvé formé de:

Plomb oxidé.....	64,42
Acide molybdique.....	34,25
Fer, silice, perte.....	1,33

Variétés. Cette espèce, qu'on rencontre fréquemment cristallisée, est tantôt sous forme prismatique, tantôt sous forme octaédrique diversement modifiées.

Gisement. Le plomb molybdaté vient surtout de la Carinthie, de l'Autriche. On le trouve aussi en France, auprès d'Allemont (département de l'Isère).

Indépendamment des espèces indiquées précédemment, le plomb se rencontre encore à l'état de muriate, d'arseniate, de tungstate, d'aluminate (*plomb gomme*), etc.

Mais de ces diverses espèces il n'y a que le sulfure, ou galène, qui constitue des masses très-considérables, et qui soit l'objet de grandes exploitations.

Traitement métallurgique du plomb.

La France est riche, dans une foule de ses départemens, en mines de plomb. Les plus célèbres et les plus importantes sont, sans contredit, celles de Poullaouen et du Huelgoët, près Morlaix, département du Finistère. Elles sont connues et exploitées depuis plus de trois siècles, et les travaux ont été poussés jusqu'à plus de trois cents mètres de profondeur. Indépendamment de la galène, ces mines contiennent encore du plomb carbonaté, du plomb phosphaté et du plomb gomme.

Partout, en France, les mines de plomb sont situées dans les terrains primitifs ou de transition; mais, en Angleterre, particulièrement dans le Derbyshire, on les trouve dans la partie inférieure du terrain de sediment.

Ainsi que nous l'avons déjà dit précédemment, on n'exploite en grand que le sulfure de plomb ou galène.

On bocarde la mine, et on la lave pour la débarrasser de sa gangue; on en forme une sorte de pâte qu'on nomme *schilch*. En y mêlant un peu d'argile, on fait avec celle-ci des espèces de pains qu'on fait sécher. Ces pains sont ensuite entassés et grillés, soit sous des hangards, soit dans des fours à reverbère : par ce dernier procédé, on obtient de suite une petite quantité de

plomb métallique. On refond ensuite la mine, ainsi grillée et oxidée, dans un fourneau courbe, en y ajoutant quelquefois des scories de fer, et l'on obtient le plomb à peu près pur, connu sous le nom de *plomb d'œuvre*.

Quand le plomb d'œuvre contient assez d'argent (0,0007 à 0,0008) et plus, on l'en retire par l'opération de l'affinage ou coupellation. Par ce procédé, on obtient à la fois l'argent pur et la litharge, ou protoxide de plomb fondu.

On voit que les procédés à l'aide desquels on retire le plomb de la galène, sont assez variables. Ainsi, tantôt on se contente de griller la mine dans des fourneaux appropriés, et ensuite de la fondre. Pendant la première opération, en même tems qu'il se dégage de l'acide sulfureux, il se forme de l'oxide de plomb et du sulfate de plomb. Or, ces deux derniers composés, jouissent de la propriété de décomposer le sulfure de plomb, et d'en séparer le métal. Un second procédé consiste à décomposer la galène, préalablement grillée, par le fer ou mieux encore par l'oxide de fer. Les gangues qui accompagnent la galène servent aussi de fondans, qui très-souvent aident à la réduction du métal.

Usages du plomb. Le plomb, réduit en lames ou en tuyaux, est très employé dans les arts. Comme l'acide sulfurique ne l'attaque que lorsqu'il est extrêmement concentré, il sert à tapisser les chambres dans lesquelles on prépare cet acide. Le sulfure de plomb est employé sous le nom d'*alquifoux*, pour former un vernis jaunâtre sur les poteries communes.

Quoique la France soit assez riche en mines de plomb,

cependant il s'en faut de beaucoup que ces mines puissent être comparées à celles d'Angleterre et d'Espagne. On évalue à plus de 700,000 quintaux la quantité de plomb que l'Europe fournit annuellement. Or l'Angleterre et l'Espagne en donnent chacune 300,000 quintaux, tandis que nos mines n'y entrent que pour 10,000 quintaux, quantité qui est de beaucoup au-dessous de notre consommation.

Le sous-carbonate de plomb artificiel est employé sous le nom de *blanc de céruse* dans la peinture à l'huile. Il en est de même du minium et du chrômate de plomb.

Le plomb sert aussi, allié à l'étain, pour faire les émaux, qu'on peut colorer par les différens oxides métalliques.

Les oxides de plomb entrent dans la composition du cristal; ils donnent au verre une plus grande fusibilité, augmentent sa transparence, sa force de réfraction, etc.

En médecine, la litharge fait partie de tous les emplâtres solides.

Les acétates de plomb solide et liquide sont également employés.

Toutes les préparations de plomb sont vénéneuses.

Quatorzième genre. MERCURE.

Le mercure se trouve dans la nature, 1° à l'état métallique, 2° amalgamé à l'argent (mercure argental), 3° sulfuré (cinnabre), 4° à l'état de protochlorure.

Première espèce : MERCURE NATIF. (*Vif-argent*).

Métal liquide à la température ordinaire de l'atmo-

sphère, d'un blanc argentin, pesant 13,568; volatil à une très-faible température (23°); pouvant être solidifié quand on abaisse la température à — 40° centigrades. Ainsi solidifié, le mercure est malléable et peut cristalliser en octaèdre.

Le mercure se dissout dans l'acide nitrique, dont il décompose une partie pour en absorber l'oxigène et passer à l'état de protoxide. Chauffé avec le contact de l'air, il en absorbe l'oxigène et passe à l'état de deutoxide rouge.

Les sels de mercure sont faciles à reconnaître : une lame de cuivre placé dans leur dissolution se recouvre de mercure métallique. Les sels à base de protoxide précipitent en noir par les alcalis, les deutosels précipitent en jaune par la potasse et la soude, en blanc par l'ammoniaque; les protosels précipitent en jaune verdâtre; les deutosels en rouge vif par l'hydriodate de potasse. Le précipité formé est dans le premier cas du protoiodure et dans le second du deutoiodure de mercure. L'acide hydrochlorique précipite en blanc les protosels, et ne précipite pas les deutosels, le protochlorure de mercure étant insoluble, tandis que le deutochlorure est soluble.

Gisement. Le mercure natif existe, mais en petite quantité dans tous les minerais de mercure et surtout ceux de cinnabre. Il est sous forme de petites gouttelettes très-brillantes. On le trouve également disséminé quelquefois dans les hydroxides de fer.

Deuxième espèce : MERCURE ARGENTAL.

C'est un amalgame de mercure et d'argent. Il est solide,

d'un blanc d'argent, à cassure conchoïde, assez fragile, cristallisant en octaèdre ou en dodécaèdre; ou sous la forme de lames plus ou moins minces. Sa pesanteur spécifique est de 14,119. D'après l'analyse publiée par M. Cordier, cette espèce se compose de mercure, 72, et d'argent, 27.

Gisement. On a trouvé cette espèce dans les mines de mercure qui sont traversées par des filons d'argent à Mœrsfeld dans le pays des Deux Ponts, en Hongrie, etc.

Troisième espèce : MERCURE SULFURÉ.

(*Cinnabre ou deutosulfure de mercure.*)

C'est le minerai de mercure le plus abondant. Il est solide, d'une belle couleur rouge de cochenille, quelquefois plus foncé et comme brunâtre, tantôt cristallisé en prismes hexaèdres réguliers, tantôt en aiguilles, d'autres fois il est compacte ou même pulvérulent. Dans ce dernier cas, il porte les noms de *vermillon naturel*, de *fleurs de cinnabre.* Quand il est cristallisé, il est demi-transparent; sa pesanteur spécifique est très-variable; quand il est pur, elle est de 10,218.

Le cinnabre est entièrement volatil par l'action du chalumeau. Il brûle avec une flamme bleue et répand une odeur sulfureuse. Si on la chauffe avec de la chaux ou du fer, le mercure métallique se volatilise.

On le distinguera facilement du minium et du deutoxide de mercure en ce qu'il est complètement volatil par la chaleur, tandis que les deux autres ne le sont pas, et que la chaleur les décompose.

Gisement. Il est très-commun à Idria, en Carniole, à Almaden, en Espagne, au Pérou, au Chili, etc.

Il en existe une varieté nommée mercure sulfuré bituminifère.

Le cinnabre est le minerai d'où l'on retire le mercure métallique.

Quatrième espèce : MERCURE CHLORURÉ.

(*Calomel, mercure corné ; mercure muriaté.*)

Sous la forme de petites croûtes superficielles, très-rarement en masse ou disséminé, d'un blanc grisâtre, plus ou moins foncé, quelquefois jaunâtre, composé de cristaux extrêmement petits, tantôt cubiques, tantôt prismatiques, assez éclatans, translucides, tendres, et à cassure lamelleuse.

Sa pesanteur spécifique est de 6,50.

Il est insoluble, entièrement volatil par la chaleur; facilement décomposable et donnant du mercure métallique quand on le chauffe avec la soude.

Gisement. Cette substance n'existe qu'en très-petite quantité dans les mines de mercure.

Observations générales et gisement.

Le sulfure de mercure ou cinnabre est à peu près le seul minerai qu'on exploite pour obtenir ce métal. Il était connu et employé par les Romains, qui le tiraient d'Almaden, et s'en servaient dans la peinture. Il n'appartient guère qu'aux terrains secondaires et principalement à

ses assises inférieures entre le grés rouge et le calcaire pénéen. Il y est souvent accompagné de fer, de plomb, de zinc également sulfurés.

Les mines principales de mercure sont celles d'Almaden en Espagne, d'Idria en Carniole; celles du mont Tonnère qui sont très-riches, et enfin celles du Pérou et de la Colombie qui servent à l'amalgamation de l'or.

Traitement métallurgique.

Il est extrêmement simple. Il consiste à distiller le cinabre avec de la chaux ou de vieux fers dans de grandes cornues; et à recevoir le mercure qui se volatilise, dans des chambres de condensation. On peut également, et ce procédé est aujourd'hui assez généralement usité, obtenir le mercure en grillant tout simplement le minerai.

Usages du mercure.

Il sert à la construction des thermomètres et des baromètres. Amalgamé avec l'étain, il forme l'étamage des glaces.

Il est aussi très-employé pour l'extraction de l'or et de l'argent par le procédé de l'amalgamation; pour la dorure et l'argenture des métaux, à cause de la propriété qu'il a de dissoudre l'or et l'argent, et de se volatiliser. Quand on a appliqué l'amalgame sur une surface métallique qu'on veut dorer ou argenter; on chauffe ensuite, le mercure se volatilise et il ne reste que la couche d'or ou d'argent. Le cinnabre artificiel réduit en poudre fine, est employé dans la peinture sous le nom de *vermillon*.

En médecine on emploie le mercure et ses diverses préparations et particulièrement ses deux chlorures, ses deux iodures, le cyanure, le protonitrate, l'acétate, le sulfure, etc. C'est principalement dans la syphilis que ces préparations sont usitées à de faibles doses, car elles sont toutes excessivement vénéneuses.

QUINZIÈME GENRE. ARGENT.

L'argent peut se présenter naturellement sous plusieurs états : 1° natif; 2° allié à d'autres métaux et surtout à l'antimoine; 3° combiné au soufre; 4° combiné au chlore; 5° combiné au soufre et à l'antimoine (argent rouge); 5° enfin à l'état de carbonate.

Première espèce : ARGENT NATIF.

Il est d'un blanc argentin, malléable, ductile, tenace, assez tendre pour être attaqué facilement par une lame d'acier, cristallisant dans le système cubique.

Sa pesanteur spécifique est de 10,4743.

L'argent est inaltérable à l'air. Soumis à l'action du calorique dans des vaisseaux clos, il fond et se volatilise.

L'acide nitrique à froid et l'acide sulfurique à chaud le dissolvent après l'avoir oxidé. La potasse et la soude font naître dans cette solution un précipité vert olive qui est de l'oxide d'argent. Une lame de cuivre en précipite l'argent métallique. Enfin le chlore, l'acide hydrochlorique et les hydrochlorates solubles y forment un précipité blanc cailleboté, insoluble dans l'eau, soluble dans l'ammoniaque qui est du chlorure d'argent, et qui brunit à l'air.

Variétés. L'argent se trouve quelquefois parfaitement cristallisé, soit en cubes, soit en octaèdres ou cubo-octaèdres. 2° Très-souvent il est sous la forme de dendrites rameuses, imitant assez bien la forme des feuilles de fougère. 3° ou en filamens déliés et entre-croisés.

Gisement. L'argent natif se trouve en filons ou en amas dans les schistes des terrains primitifs. Il est au contraire excessivement rare dans les terrains volcaniques, tandis que, comme nous le verrons bientôt, l'or y est très-commun.

Deuxième espèce : **ARGENT ANTIMONIAL.**

C'est un alliage d'argent et d'antimoine. Il est d'un blanc légèrement jaunatre, à cassure lamelleuse, non malléable, ce qui le distingue sur le champ de l'argent natif. On le trouve communément en prismes à six pans profondément canelés.

Il se fond assez facilement au chalumeau en donnant une fumée blanche d'oxide d'antimoine.

Il contient communément 76 à 84 sur cent d'argent, et 16 à 25 d'antimoine. On le trouve en Espagne, en Souabe.

Troisième espèce : **ARGENT ANTIMONIÉ SULFURÉ.**

(*Argent rouge, argyrothrose.*)

Cette espèce cristallise avec une grande facilité, tantôt en rhomboèdres, tantôt en prismes à six pans, etc. Elle est vitreuse demi-transparente, rougeâtre, fragile, à cassure vitreuse, se laissant facilement entamer par

le couteau, qui en détache une poudre rouge. Sa pesanteur spécifique est de 5,56. Exposée au feu du chalumeau cette espèce y est très-facilement réductible, elle brûle avec une flamme bleue, répand une fumée blanche d'oxide d'antimoine, et une odeur de soufre et souvent d'ail, à cause d'un peu d'arsenic qu'elle contient.

L'argent rouge a quelque ressemblance avec certaines autres substances qu'il est facile d'en distinguer. Ainsi le sulfure de mercure et le réalgar sont totalement volatils au chalumeau, le cuivre oxidé rouge fait effervescence avec l'acide nitrique et communique à l'ammoniaque une belle couleur bleue.

L'argent rouge, analysé par M. Thénard, a donné les résultats suivans :

Argent	58
Antimoine	23
Soufre	16
Perte	3

Ses principales variétés de forme sont : 1° le dodécaèdre; 2° le prismatique; 3° le botryoïde; 4° le massif; 5° le granuliforme.

Cette espèce se trouve avec les autres minerais d'argent, à Freyberg en Saxe, à Sainte-Marie-aux-Mines dans les Vosges et à Guadalcanal en Espagne.

Quatrième espèce : ARGENT ANTIMONIÉ SULFURÉ NOIR.

(*Argent noir, psathurose.*)

Il ressemble beaucoup à l'argent rouge; mais sa

poudre est noire, il est tantôt cristallisé, vitreux, fragile, tantôt en masses amorphes et comme terreuses.

Chauffé au chalumeau il est facilement réductible en un bouton métallique d'argent.

On le trouve dans la plupart des mines d'Allemagne.

Cinquième espèce : ARGENT SULFURÉ.

(*Argent vitreux, argyrose.*)

Il est d'un gris de plomb, malléable, assez tendre pour être entamé par le couteau, qui en détache de petites lamelles flexibles; fondant avec facilité, même à la flamme d'une bougie, et donnant un bouton d'argent métallique.

Il se compose, d'après l'analyse de Klaproth, d'argent 85 et de soufre 15, c'est-à-dire d'un atome de chacune de ces deux substances.

Il cristallise dans le système du cube et les formes qui en dérivent, comme l'octaèdre, le dodecaèdre, etc. Il est quelquefois sous la forme de dendrites, de filamens ou de mamelons.

Gisement. C'est le minerai d'argent que l'on exploite le plus souvent. On le trouve dans les terrains primitifs à Kongsberg, en Norwège; à Freyberg, en Saxe; en Souabe, en Sibérie, à Allemont (Isère), et dans les calcaires secondaires.

Sixième espèce : ARGENT CARBONATÉ.

Il est d'un gris de fer, peu éclatant, assez tendre, nullement cristallisé, facilement réductible au chalumeau et faisant effervescence avec l'acide nitrique.

L'analyse de Selb y a montré les proportions suivantes :

Argent.....	72,5
Acide carbonique.....	12
Carbonate d'antimoine et traces d'oxide de cuivre.....	15,5

On ne l'a encore trouvé qu'à l'état amorphe dans la mine de Venceslas près d'Altwolfach. Il est très-rare.

Septième espèce : ARGENT MURIATÉ.
(*Argent corné, chlorure d'argent.*)

Il est métalloïde d'un gris de perle, passant souvent au violet, et même au noirâtre, quand il a été long-temps exposé au contact de l'air. Il est excessivement malléable et même n'ayant guère que la consistance de la cire quand il est à son état de pureté. Il cristallise facilement dans le système du cube.

Il se compose, d'après Klaproth, de :

Argent.....	67,75
Acide muriatique.....	21
Oxide de fer...	6
Alumine.....	1,75
Acide sulfurique.....	0,25
Perte.....	3,25

Il existe en Saxe, en Sibérie, et surtout au Pérou et au Mexique, où il est très-commun.

Principales mines d'argent.

Sous la dénomination générale de *mines d'argent*, on comprend non-seulement les minerais où ce métal, à

l'état natif ou à celui de combinaison, est la partie dominante du minerai, comme dans les espèces que nous venons de décrire, mais encore tous ceux où l'argent se trouve en quantité assez notable, pour que son produit compense les frais de son extraction. C'est ainsi par exemple que les mines de galène et les pyrites argentifères peuvent être exploitées comme mines d'argent dès qu'elles contiennent plus de sept à huit millièmes de ce métal.

En France, l'exploitation la plus considérable est celle d'Allemont, à dix lieues de Grenoble, département de l'Isère. On y trouve de l'argent natif, de l'argent rouge, de l'argent sulfuré et de l'argent muriaté. A Sainte-Marie-aux-Mines, et à Giromagny, dans les Vosges, on a trouvé des blocs d'argent natif qui pesaient jusqu'à 24 et 30 kil. Mais aujourd'hui ces deux mines se sont singulièrement appauvries, et elles sont presque abandonnées. Nous devons encore citer, parmi nos mines d'argent, celles du Huelgoët, dont nous avons déjà parlé en traitant du plomb. On y exploite de la galène argentifère.

La mine d'argent la plus riche en Europe est celle de Kongsberg, en Norwège. On y a trouvé des blocs d'argent natif d'une valeur extraordinaire : on cite deux morceaux, dont l'un pesait 210 livres; et l'autre, s'il n'y a pas eu exagération ou erreur, 400 quintaux, ou 40,000 livres.

Les mines des environs de Freyberg, d'Annaberg, de Schumberg, en Saxe, celles du Harz fournissent aussi des quantités considérables d'argent.

L'Espagne possède aussi des minerais d'argent très-riches, entr'autres à Guadalcanal.

Mais ce sont surtout les mines du Pérou et du Mexique qui fournissent l'énorme quantité d'argent qui, tous les ans, est versé dans le commerce. La montagne du Potosi, au Pérou, est surtout fameuse par la richesse des filons d'argent qu'elle renfermait autrefois. Pendant les premières années de leur découverte, ces mines produisirent environ 100,000 kil. d'argent par an; et suivant Ulloa, cet argent était si pur, qu'on pouvait le couper au ciseau.

Les mines du Mexique sont encore plus riches, car en 1803 elles donnèrent 665,000 kil. d'argent pur.

Traitement métallurgique de l'argent.

Les minerais d'argent qu'on exploite le plus communément sont : 1° l'argent natif; 2° le sulfure d'argent; 3° l'argent rouge et le chlorure d'argent, et enfin les galènes et pyrites argentifères. Mais c'est le sulfure qui est de beaucoup le plus abondamment exploité.

Les mines d'argent natif se traitent par deux procédés : 1° l'imbibition; 2° l'amalgamation.

L'*imbibition* consiste à faire fondre dans un fourneau d'affinage environ parties égales de plomb et d'argent, séparé autant que possible de sa gangue; on traite ensuite cette masse par la coupellation, qui sépare complétement le plomb de l'argent. L'opération de la coupellation est fondé sur la facile conversion du plomb en oxide par le moyen de la chaleur, tandis que l'argent qui est inaltérable s'en sépare. Ce premier procédé ne s'emploie que pour les minerais très-riches.

Quant au procédé par l'*amalgation*, il consiste à traiter les minerais d'argent convenablement grillés et mélangés

de sulfure de fer, par le mercure. Ce dernier métal jouit de la propriété de former, avec l'argent, un alliage, fusible à la température ordinaire. Cet alliage séparé de toutes les parties étrangères que contenait le minerai, est ensuite soumis à la distillation. Le mercure se volatilise et l'on obtient l'argent métallique. Il ne reste plus qu'à fondre et à affiner ce métal, pour l'avoir tout à fait à l'état de pureté. Le procédé par l'amalgation s'applique de préférence aux minerais pauvres.

Quand l'argent est minéralisé ou disséminé en petite quantité avec des sulfures, on commence par le fondre avec du fer sulfuré, et on obtient alors des *mattes crues* qui contiennent tous les sulfures métalliques, les scories renfermant le fer oxidé, les gangues, etc. On grille plusieurs fois les mattes pour en dégager le soufre, et on traite ensuite par le plomb et la coupellation.

Usages. Ils sont très-variés.

En médecine, on se sert du nitrate d'argent cristallisé, ou cristaux de Vénus, qu'on administre à l'intérieur à la dose de 1/16 à 1/8e de grain dans l'épilepsie; et du nitrate d'argent fondu ou pierre infernale, comme escharrotique.

L'argent est fort recherché à cause de sa belle couleur, de son éclat et de son inaltérabilité à l'air, pour faire des plats, des assiettes, des couverts, et d'autres ustensiles de ménage. Il sert aussi à la fabrication des monnaies.

Seizième genre. OR.

L'or a été connu et employé par les peuples les plus anciens. Il ne se rencontre dans la nature qu'à l'état na-

tif, ou simplement uni ou allié à quelques autres metaux, et particulièrement avec l'argent; mais il n'est jamais minéralisé par aucun des corps simples électro-résineux, ni à l'état de sel. Sa description minéralogique est donc extrêmement simple.

Espèce unique : OR NATIF.

Il est d'une belle couleur jaune caractéristique, quelquefois d'un jaune plus pâle, passant au grisâtre, au verdâtre. Ces différences proviennent de son alliage avec l'argent, ou avec quelque autre métal. Il est extrêmement malléable et ductile, très-tenace, puisqu'un fil d'or de deux millimètres de diamètre peut supporter un poids de plus de 68 kil. 216; assez tendre, d'une texture entièrement compacte, sans indice de structure, non clivable, susceptible d'un très-beau poli.

La pesanteur spécifique est de 19,3. L'or est entièrement inaltérable à l'air. Il est fusible au chalumeau, volatil, inattaquable par les acides, à l'exception de l'eau régale, ou acide nitro-muriatique, qui le dissout. Le chlorure d'étain forme, dans cette dissolution, un précipité pourpre, désigné sous le nom de pourpre de Cassius, et qui est un mélange d'or métallique et d'oxide d'étain.

Variétés. 1° L'or se trouve quelquefois en très-petits cristaux, qui tous appartiennent au cube ou en sont des dérivés.

2° Sous forme de dentrites plus ou moins ramifiés.

3° En lames plus ou moins étendues au milieu de leur gangue.

4° En grains plus ou moins volumineux : quand leur volume est assez considérable, on leur donne le nom *de pépites.*

5° Enfin, en paillettes menues et légères.

Gisement. L'or est peut-être, après le fer, la substance métallique la plus universellement répandue à la surface du globe. En effet, il est peu de contrées qui ne possèdent de l'or, mais partout il y est en très-faible quantité.

On trouve l'or dans les terrains primitifs, dans les terrains de transition, et dans des terrains évidemment d'origine ignée, comme les trapps et les trachytes. Il forme bien rarement à lui seul des filons : le plus souvent il est sous la forme de lames, de cristaux, ou en petites masses disséminées.

Dans beaucoup de localités, l'or est mêlé accidentellement à d'autres minerais métallifères, et alors il est en particules disséminées et invisibles, soit dans la gangue, soit dans le minerai lui-même. Mais quelque soit la faible quantité de ce métal qui existe ainsi dans ces minerais, on l'en retire constamment tant que son produit compense les dépenses de son exploitation. Dans certaines mines du Harz, où l'or ne forme guère que la cinq-millionième partie en poids du minerai où il se trouve, on peut cependant encore l'exploiter avec profit. Les minerais qui accompagnent le plus souvent l'or, sont le fer et le cuivre pyriteux, la blende, ou sulfure de zinc ; le mispikel, ou fer arsenical.

On ne connaît pas d'or dans les terrains véritablement sédimenteux. Il est au contraire excessivement répandu dans les terrains d'alluvion anciens ; il y est disséminé

sous la forme de paillettes, dans des sables le plus souvent ferrugineux, soit dans le lit d'un grand nombre de rivières, dans toutes les parties du monde, soit même dans les terrains meubles des plaines, d'où elles sont ensuite entraînées par les pluies dans le lit des rivières. On a cru long-temps que ces paillettes d'or, charriées par un si grand nombre de rivières, avaient été arrachées par les eaux de filons ou d'amas métalliques, existant dans le sein de la terre ou des montagnes où ces eaux avaient leur source. Mais aujourd'hui on sait qu'il n'en est pas ainsi, car très-souvent, l'or est plus abondant dans les parties basses de la rivière que plus près de sa source, et l'on a souvent remarqué que la quantité en augmentait quand il avait beaucoup plu dans les plaines que ces rivières traversent. Cet or, fourni par les terrains d'alluvion, est plus pur que l'or provenant de roches ou de filons. Presque tout celui qui est versé dans le commerce provient ainsi du lavage des terrains et des sables aurifères.

Principales mines d'or.

L'Europe possède beaucoup de mines d'or, mais leur produit est incomparablement moins grand que celui des mines du nouveau continent.

En France, on n'exploite pas de mines d'or. Cependant il existe un filon contenant du fer sulfuré aurifère, et même de l'or natif, à La Gardette, vallée d'Oysans, département de l'Isère. Mais un grand nombre de rivières contiennent de l'or en paillettes: tels sont l'Arriége,

le Gardon, le Rhône, le Rhin, la Garonne, l'Hérault, etc.; mais la quantité en est trop faible pour pouvoir être exploité avec avantage. On prétend qu'il existe aussi un peu d'or dans le terrain des environs de Paris, suprès de Pontoise, par exemple.

Ce n'est guère qu'en Hongrie et en Transylvanie que les mines d'or sont exploitées avec grand avantage, surtout les mines de Kœnigsberg et de Vorospatak. Leur produit est évalué environ 650 kilogr. par an.

L'Afrique fournit une grande quantité de poudre d'or, qui fait encore aujourd'hui une des grandes branches du commerce des habitans de l'intérieur de ce vaste continent. Les localités les plus renommées pour la quantité d'or qu'on en retire, sont le Kardofan entre le Darfour et l'Abyssinie, le sud du grand désert de Zaahara et le pays de Bambouck.

Mais c'est de l'Amérique et principalement de l'Amérique méridionale que nous vient la plus grande partie de l'or qui arrive en Europe. Le Pérou, la Colombie, le Chili en fournissent beauconp, mais moins que le Brésil. Dans presque toutes les provinces de ce vaste empire existent des lavages d'or. Mais celles qui en renferment le plus sont les provinces de St-Paul et de Minas Geraes. M. Correa de Serra, évaluait à deux milliards quatre cent millions de livres tournois, l'or fourni par le Brésil dans un période de cent vingt ans. Aujourd'hui il sort du Brésil environ sept mille kilogrammes d'or fin par an, ce qui représente une valeur de 24,000,000 fr.

Traitement métallurgique de l'or.

L'or obtenu par lavage n'a besoin d'aucun traitement métallurgique; puisqu'il est en général d'une très-grande pureté, il suffit de le fondre en lingots.

L'or natif disséminé dans une gangue doit être d'abord bocardé, puis lavé à grande eau afin de le séparer de sa gangue; on le soumet ensuite aux opérations métallurgiques.

Mais très-communément, surtout en Europe, l'or est mélangé à différens sulfures de fer, de cuivre, d'argent, de plomb, dont il faut le débarrasser. Pour cela on emploie deux méthodes : la fusion et l'amalgamation.

1re *Méthode : la Fusion.*

Les sulfures métalliques aurifères, après avoir été débarrassés de leurs gangues, doivent être grillés à plusieurs reprises afin de chasser le soufre qu'ils contiennent et d'oxider les métaux mêlés à l'or. Quand on a obtenu des *mattes*, autant privées que possible de soufre, on les fond avec du plomb et on les soumet à la coupellation. Cette opération que l'on emploie pour séparer l'or et l'argent des autres métaux, est fondée sur ce que ces deux substances ne peuvent pas s'oxider par l'action du calorique, tandis que les autres métaux s'y oxident. Pour cela on place le mélange de plomb et la matière contenant l'or dans un four à réverbère. Le sol doit être formé d'une couche de cendres bien lessivées disposée en coupe.

Lorsque le feu est convenablement poussé, le plomb fond, s'oxide, entraîne avec lui les autres métaux qui se sont également oxidés et qui sont absorbés par la couche de cendres, et l'or apparaît subitement avec son éclat brillant.

Mais par ce procédé on n'a pas séparé l'or de l'argent, qui y reste uni. Pour les isoler l'un de l'autre on se sert d'un procédé connu sous le nom de *départ*. Il consiste à traiter la masse auro-argentifère par l'acide nitrique ou mieux encore par l'acide sulfurique qui dissout tout l'argent sans toucher à l'or, puisque ce dernier n'est soluble que dans l'*eau régale* ou acide nitro-muriatique.

2e *Méthode* : *l'Amalgamation.*

Elle est fondée sur la propriété que le mercure possède de s'allier avec l'or et l'argent avec lesquels il forme un alliage liquide. Quand on a débarrassé le minerai de toutes les matières étrangères et qu'on l'a réduit en poudre, on le mélange avec du mercure, qui s'empare de tout l'or qu'il contient. On en forme une pâte que l'on chauffe ensuite pour en séparer le mercure par sublimation et l'or reste pur, étant à peine volatil.

Quand l'or existe dans les pyrites, celles-ci doivent d'abord être grillées à plusieurs reprises afin d'en chasser la plus grande partie du soufre, ce n'est qu'après ces préparations préliminaires, qu'on procède à l'amalgamation.

Usages de l'or.

L'or est le métal le plus recherché et celui dont la prix est le plus élevé.

Il sert à la fabrication des monnaies d'or. La monnaie d'or la plus ancienne qui nous soit parvenue, est celle de Baltus IV frappée à Cyrène en Afrique du temps de Pisistrate. Les monnaies grecques en or les plus anciennes sont celles de Philippe, roi de Macédoine et père d'Alexandre.

L'or est surtout employé à faire des bijoux, des ornemens et à dorer les métaux, la porcelaine, etc.

L'oxide pourpre d'or est la base des couleurs rose, pourpre et violette qu'on applique sur les émaux et la porcelaine.

En médecine, les préparations d'or, le chlorure surtout, ont été usités dans le traitement des maladies syphilitiques.

L'or et l'argent, ainsi que nous l'avons déjà dit précédemment, sont employés pour la fabrication des monnaies. Mais pour leur donner plus de solidité on leur associe communément une petite quantité de cuivre. En France cette quantité est rigoureusement déterminée par la loi.

Le *titre des alliages d'argent et de cuivre* autorisés en France, est : pour la monnaie d'argent 0,1 de cuivre; pour la vaisselle, 0,05; pour les bijoux, 0,2; pour la soudure, de 0,12 à 0,330; pour les monnaies d'argent, on a une tolérance de 2 millièmes. La monnaie d'or

française renferme de 0,098 à 0,102 de cuivre; la vaisselle, de 0,08 à 0,25. Dans la monnaie anglaise, il y a 1/12 de cuivre ou 1/12 de cuivre et argent.

De l'essai des monnaies et des alliages d'or, d'argent et de cuivre.

Il est d'une grande importance, pour les transactions commerciales, de pouvoir déterminer avec précision le titre des alliages d'or, d'argent et de cuivre. Le procédé anciennement employé était connu sous le nom de *coupellation*. C'est une des opérations les plus ingénieuses de la métallurgie; on la connaît depuis un temps immémorial; elle diffère de la *scorification* en ce que les scories sont absorbées par la matière du vase appelé *coupelle*, dans lequel on opère; l'alliage soumis à la chaleur restant toujours découvert, on oxide tous les métaux étrangers qui sont entraînés dans la coupelle par l'oxide de plomb, qui se forme continuellement au moyen de plomb qu'on a ajouté à l'alliage à analyser; il ne reste à la fin que de l'or ou de l'argent purs ou alliés entre eux. La dose de plomb à ajouter, pour l'alliage des monnaies d'argent, est de 7 fois le poids de l'alliage; pour des alliages au dessous de 0,500, elle est de 16 fois le poids.

Les coupelles ordinairement employées sont en phosphate de chaux. La coupellation ne donne pas exactement la proportion d'argent contenu dans un alliage. La perte provient de trois causes : 1° de la volatilisation, 2° de l'oxidation, 3° de l'introduction de l'argent en globules dans les cavités de la coupelle. Ces imperfections

ont conduit à rechercher un procédé plus exact : c'est celui par la voie humide, qui aujourd'hui est généralement substitué à la coupellation.

Essai des alliages de cuivre et d'argent par la voie humide.

Voici sur quoi est basé le procédé donné par M. Gay-Lussac, adopté au laboratoire de la Monnaie de Paris et du bureau de garantie : on détermine le titre des matières d'argent par la quantité d'une dissolution de sel marin *titrée* (c'est-à-dire dont on a préalablement déterminé la capacité de saturation pour l'argent) nécessaire pour précipiter exactement tout l'argent contenu dans un poids donné d'alliage. Ce procédé est fondé sur les principes suivans : l'alliage, préalablement dissout dans l'acide nitrique, est mêlé avec une dissolution titrée de sel marin, qui précipite l'argent à l'état de chlorure, composé tout-à-fait insoluble dans l'eau et même dans les acides ; la quantité de chlorure d'argent précipité est déterminée par le volume de la dissolution titrée de sel marin nécessaire pour précipiter exactement l'argent dissout dans l'acide nitrique. On reconnaît facilement le terme de la précipitation complète de l'argent à la cessation de toute nébulosité, lorsqu'on verse graduellement la dissolution de sel marin dans la dissolution de nitrate d'argent qu'on a clarifié par une vive agitation et par quelques instans de repos.

En supposant qu'on opère sur un gramme d'argent pur, la dissolution de sel marin doit être telle qu'il en faille

100 centilitres pour précipiter exactement tout l'argent. Cette dissolution est divisée en 1000 parties, appelées *millièmes*; le titre d'un alliage est donné par le nombre de millièmes de dissolution de sel marin nécessaires pour précipiter l'argent contenu dans 1 gramme de cet alliage. On désigne la dissolution titrée de sel marin sous le nom de *dissolution normale*. Les 100 centilitres de dissolution normale sont mesurés dans une pipette, jaugeant exactement cette quantité à une température déterminée. On prend un poids décuple d'une autre dissolution qu'on nomme *dissolution décime*, et qui renferme une proportion dix fois moindre de sel marin que la première. Quand on a ajouté les 100 centilitres de la dissolution normale dans la dissolution d'argent, on agite pour éclaircir; et quand le dépôt s'est précipité, on verse dans la liqueur un centilitre de la dissolution décime, qui représente un milligramme d'argent : s'il y a trouble, on agite de nouveau, puis on ajoute encore un centilitre de la dissolution décime, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. Si dès l'abord on avait employé une trop grande proportion de dissolution normale, l'addition du premier centilitre de dissolution décime ne troublerait pas la liqueur : dans ce cas, pour achever l'essai, il faudrait se servir d'une *dissolution décime d'argent* dans l'acide nitrique étendu d'eau de manière qu'elle contînt un gramme d'argent dans un litre. En ajoutant à la dissolution de l'alliage soumis à l'essai, un centilitre de dissolution d'argent, on détruit le sel marin provenant du centilitre de la dissolution décime de sel qu'on a ajouté, et le nombre de centilitres qu'il faut

ajouter pour qu'il n'y ait plus de précipité, indique le nombre de millièmes qu'il faut retrancher pour avoir le titre de l'alliage examiné.

Détermination du titre des monnaies d'or. On fait cet essai par la coupellation de l'alliage au moyen du plomb. Mais le cuivre ne peut être séparé complétement par cette opération si on n'a pas ajouté au préalable 2 1/2 d'argent à l'alliage. On appelle cette opération *inquartation* : quand l'essai est bien passé à la coupelle, on l'aplatit sur l'enclume, on le recuit, on le roule en cornet, on le chauffe ensuite pendant 20 minutes avec de l'acide nitrique à 22°, puis avec du même acide à 32°, on fait recuire et on pèse le cornet de retour qui est de l'or pur; en déduisant la perte on a le titre de l'alliage.

On se contente souvent de déterminer approximativement le titre des alliages d'or et de cuivre par l'épreuve à la *pierre de touche*. On fait sur une pierre de touche une trace avec l'alliage, puis on mouille cette trace avec une barbe de plume trempée dans de l'acide nitrique contenant de l'acide hydrochlorique : cet acide dissout le cuivre. On en examine l'effet, on essuie l'acide, et, quand on en a l'habitude, on aperçoit très-approximativement le titre de l'alliage d'après l'épaisseur de la trace d'or qui reste sur la pierre, et la couleur de l'acide.

Appréciation des quantités d'or et d'argent qui existent dans la circulation.

On doit à M. de Humboldt des recherches extrême-

ment curieuses sur la statistique des métaux précieux. Nous en reproduirons ici les principaux résultats.

Ce célèbre voyageur estimait en 1811, de la manière suivante, le produit annuel des mines d'argent et d'or.

I. *Tableau du produit annuel des mines d'argent.*

	marcs de France.	kilogrammes.	valeur en francs.
Europe.....	215,200	52,700	11,704,444
Asie boréale...	88,700	21,709	4,824,222
Amérique.....	3,250,547	795,581	176,795,778
Total annuel...	3,554,447 m.	869,960 k.	193,324,444 fr.

II. *Tableau du produit annuel des mines d'or.*

	marcs de France.	kilogrammes.	valeur en francs.
Europe.....	5.300	1,297	4,437,444
Asie boréale...	2,200	538	1,853,111
Amérique.....	70,647	17,291	59,357,889
Total annuel...	78,147 m.	19,126 k.	65,878,444 fr.

En réunissant les résultats de ces deux tableaux, on a pour le produit annuel de l'or et de l'argent réunis,

Europe.....	16,171,888 fr.
Asie boréale.....	6,677,333
Amérique.....	236,353,667
Total.....	259,202,888

Ainsi on peut évaluer approximativement à la somme de 259,202,888 fr. la valeur des métaux précieux qui chaque année sortent des entrailles de la terre pour entrer dans les mains de l'homme.

M. de Humboldt évalue à une somme de plus de 28 milliards, l'or et l'argent que l'Amérique a fournis à l'Europe, depuis l'année 1492, époque de sa découverte, jusqu'en 1803. Mais il s'en faut de beaucoup que cette somme, à laquelle il faudrait joindre 1° l'or et l'argent qui existaient déjà en circulation à l'époque de la découverte de l'Amérique, jusqu'en 1803; 2° le produit, pendant cette longue période, des mines de l'Europe et de l'Asie boréale, existe encore tout entière en Europe. Par la voie du commerce avec l'Asie il en sort annuellement une énorme quantité. M. de Humboldt porte à 165 millions 375,000 francs la valeur des sommes qui annuellement sont versées en Asie par le commerce de l'Europe. Il faut aussi ajouter à cette cause de diminution du numéraire en Europe, les quantités d'or et d'argent qui sont converties en bijoux. En sorte que la somme totale du numéraire en circulation dans tout l'Europe n'excède guère 8 milliards 603,000,000 de francs.

Dix-septième genre. OSMIUM.

L'osmium, découvert en 1803, par Tennant, n'existe dans la nature que combiné à l'iridium et formant l'osmiure d'iridium. Celui que l'on a isolé est pulvérulent ou compacte, de couleur noire ou bleuâtre; celui qui est compacte offre selon M. Berzélius une densité de 10;

tandis qu'à l'état pulvérulent elle n'est que de 7. A la température ordinaire, l'air est sans action sur ce métal; mais à une température très-élevée, il s'oxide et s'enflamme. L'acide nitrique, l'eau régale, le nitre, la potasse, font passer l'osmium à l'état d'acide osmique, qui est blanc, très-volatil, très-fusible et soluble dans l'eau.

Espèce unique : OSMIURE D'IRIDIUM.
(*Iridium natif*, *Iridosmine.*)

Il est en grains ou en petites lamelles hexagonales, d'une couleur grise argentine, d'une densité de 19,25; sans malléabilité, plus durs que les grains de platine; inattaquables par les acides et réfractaires au chalumeau. Composé d'après Thomson de :

Osmium	24,5
Iridium	72,9
Fer	2,6

Gisement. Cette espèce se trouve dans les mêmes localités que le platine, et mélangée avec lui; en Amérique et dans les monts Ourals, en Sibérie. On sépare facilement l'osmiure d'iridium de la mine de platine, qui le contient, en la traitant par l'eau régale. Celle-ci dissout le platine et n'attaque pas l'osmiure d'iridium.

L'iridium séparé de l'osmium par l'analyse chimique, ressemble beaucoup au platine; il est néanmoins plus dur que lui, un peu ductile, inattaquable par l'eau régale. On le retire de l'osmiure d'iridium. Il a été découvert en même tems que l'osmium.

Dix-huitième genre. PALLADIUM.

Il est un des douze métaux qu'on trouve à l'état natif dans la nature. Il se présente communément en petites lamelles, d'un blanc grisâtre, tenant le milieu entre l'éclat de l'argent et celui du platine; il est très-malléable et d'une densité de 11,30 à 11,86. Il est très-difficilement fusible, si ce n'est avec le chalumeau à gaz. Les acides nitrique, sulfurique, nitro-hydrochlorique le dissolvent facilement. La potasse et le nitre l'attaquent vivement.

Gisement. On l'a trouvé mêlé aux minerais de platine, dans le Brésil et dans les monts Ourals.

Le palladium a été découvert, en 1803, par Wollaston.

Dix-neuvième genre. PLATINE.

On ne connaît le platine qu'à l'état natif:

Espèce : PLATINE NATIF.

Métal d'un gris de plomb ou argentin, brillant, malléable, ductile, pesant lorsqu'il a été purifié 20,98.

Il est complétement inaltérable à l'air, infusible au feu du chalumeau et par conséquent inoxidable, fusible par un feu soutenu par le gaz oxygène ou par l'emploi du chalumeau de Brook.

Le platine est soluble dans l'eau régale, mais il faut que ce liquide marque 15 à 16° à l'aréomètre, sans quoi

il n'attaque pas le platine. Il se forme ainsi un hydrochlorate de platine qui précipite en jaune-serin par la potasse et l'ammoniaque. Le précipité est un sel double. Cette dissolution est, comme on sait, un excellent réactif pour distinguer la soude de la potasse, la première, formant avec l'hydrochlorate de platine un sel double soluble. L'hydriodate de potasse très-étendu lui donne une teinte jaune brunâtre, qui se fonce graduellement et devient d'un rouge vineux au bout d'un quart d'heure.

Le platine se trouve dans la nature sous forme de petits grains aplatis, rarement ces grains ont la grosseur d'un pois ou d'une amande. Cependant on a trouvé des masses d'une livre et plus, et dans les monts Ourals, en Sibérie, on a découvert un morceau qui pesait près de neuf livres.

Le platine n'est jamais pur. Il est toujours allié avec différens métaux et particulièrement le rhodium, le palladium, l'iridium, l'osmium, le fer, le titane, la silice.

Gisement. C'est une matière peu répandue à la surface du globe. Elle est disséminée dans des dépôts arénacés, entièrement semblables à ceux où l'on recueille le diamant et l'or. Partout où l'on trouve du platine, on trouve également de l'or en paillettes. C'est donc par le lavage qu'on se procure ce métal.

C'est en 1741 qu'on a fait la découverte de ce métal dans la Colombie, province de Choco et de Barbacoas. Il existe aussi au Brésil, dans les provinces des Mines et de Mato-Grosso, à Saint-Domingue, en Sibérie, sur la pente occidentale de l'Oural. Tout récemment, vers la

fin de 1833, MM. Gauthier de Claubry, Dargy et Michaud ont constaté l'existence du platine dans certains minerais de Galène. Cent livres de ce plomb contiennent suivant cas chimistes, 1 once, 7 gros, 46 grains de platine.

Traitement métallurgique et usages du platine.

L'infusibilité du platine et son inaltérabilité par la plupart des agens chimiques ont été mises à profit avec le plus grand avantage pour le perfectionnement de la chimie, considérée comme science et de la chimie dans ses applications aux arts. Mais les qualités mêmes par lesquelles ce métal l'emporte sur les autres, ont rendu plus difficiles les procédés de son traitement métallurgique. C'est Janety qui, le premier, fit connaître les moyens de forger et de travailler le platine de manière à en faire des ustensiles si utiles dans les arts chimiques.

Le platine n'existe, dans la nature, comme nous l'avons dit, qu'à l'état natif. Or, dans cet état, il est infusible. Janety a eu le premier l'idée de l'unir avec d'autres corps qui le rendissent fusibles. Voici en peu de mots son procédé: après avoir pilé et lavé le platine pour le débarrasser des matières étrangères qu'il contient, on fond, dans un grand creuset de terre, un mélange de trois parties de platine, de six parties d'acide arsenieux et de deux parties de sous-carbonate de potasse. On obtient ainsi un culot d'arseniure de platine et d'arseniate de potasse, surmonté d'une scorie d'arseniate de potasse. Le culot est refondu plusieurs fois avec de la potasse, jus-

qu'à ce que celle-ci ne se colore plus. Quand l'arseniure de platine a été ainsi purifié, on le refond en y ajoutant trois parties d'acide arsenieux, et une partie de potasse pour deux parties d'arseniure. Le nouveau culot est grillé à plusieurs reprises dans une moufle pour le débarrasser de l'arsenic. A la fin de chaque chaude on le plonge dans de l'huile. Quand on suppose que tout l'arsenic a été volatilisé, on place le culot dans de l'acide nitrique qui dissout et enlève toutes les parties étrangères et on le lave à l'eau bouillante. On a alors le platine purifié et prêt à être mis en œuvre. Il suffit de le chauffer fortement et de le battre à l'enclume. Tel est le procédé de Janety, qui, pendant long-temps, a été le seul mis en usage par les fabricans. Mais aujourd'hui on lui en a substitué un qui est généralement usité. Il consiste à obtenir le platine par la voie humide. Ce procédé est dû aux recherches de Vauquelin, de Wollaston et de quelques autres habiles chimistes.

M. Wollaston dissout le platine brut dans de l'eau régale. Mais afin de ne pas dissoudre l'iridium que le platine contient presque constamment, l'acide doit être affaibli. On aide la dissolution par une douce chaleur, que l'on augmente graduellement. On décante la liqueur et par le repos il se dépose une petite quantité d'iridium qui avait été dissoute à la faveur de la chaleur. On verse alors dans la liqueur une dissolution d'hydrochlorate d'ammoniaque. Il se forme un précipité jaune de chlorure de platine et d'ammoniaque. On lave ce précipité, et on le fait chauffer dans un creuset de plombagine. On ne doit employer qu'une très-faible chaleur, qui chasse tout

le sel ammoniac contenu dans le précipité et laisse le platine seul. Ce résidu de platine est grisâtre, on en forme une poudre très-fine, soit en l'écrasant entre les doigts, soit en le broyant dans un mortier de bois et avec un pilon de bois. On lave la poudre ainsi obtenue et on en remplit des moules en laiton dont on a graissé l'intérieur et qui vont un peu en s'élargissant à l'une des extrémités. Cette poudre est soumise à une forte pression pour chasser toute l'eau dont elle est imprégnée. On retire ensuite des moules la masse ainsi pressée, on la place sur un feu de charbon qui chasse le reste de l'humidité et brûle la graisse, et on obtient des cylindres qui ont une grande cohésion; ces cylindres sont placés debout dans des fourneaux à vent sur une couche de sable très-fin et très-pur. On les recouvre chacun d'un creuset excessivement réfractaire et on élève la température aussi haut que possible. Le platine rougit; on retire les cylindres du fourneau et on les bat sur une enclume, mais en ayant soin de les frapper dans le sens perpendiculaire à la longueur du lingot, sans quoi on le briserait avec facilité. Amené à cet état, le platine peut être étendu en lames ou tiré en fils, car il est également malléable et ductile.

Le platine sert principalement à la fabrication de creuset de bassines, et de cornues qui sont aujourd'hui indispensables dans plusieurs arts chimiques. C'est là son principal et presque son unique usage. Les bijoux qu'on en forme sont peu recherchés parcequ'ils ont moins d'éclat et une couleur moins belle que l'or. En Russie on fait aussi de la monnaie avec le platine. Mais cette monnaie n'a cours que dans l'empire russe.

NOTE

SUR LES AÉROLITHES OU PIERRES TOMBÉES DU CIEL.

Pendant long-temps les savans ont relégué parmi les contes et les préjugés du vulgaire les pluies de pierres tombées à la surface de la terre. Cependant les anciens, Tite-Live et Pline par exemple, ont mentionné dans leurs ouvrages plusieurs faits de ce genre. Un nombre encore plus grand ont été en quelque sorte constatés depuis plus de trois siècles. Mais comme il paraissait alors impossible d'expliquer ces singuliers phénomènes, on se contentait de les nier. Cependant les occasions de les observer s'étant plusieurs fois présentées à des hommes de science, dont on ne pouvait suspecter ni les connaissances ni la bonne foi; ces pierres, mieux observées et comparées entre elles, ayant offert une analogie et presque une identité frappante dans leur structure et leur composition chimique, quel que soit le lieu où on les avait observées; le doute a disparu et aujourd'hui tous les savans regardent comme un fait avéré, que les météorites ou aérolithes sont tombées de l'atmosphère à la surface de notre planète. Quant à l'origine de ces pierres et à leur mode de formation, la science ne possède encore que des hypothèses dont quelques-unes re-

posent sur des données, qui les rendent au moins probables. Nous les ferons connaître plus tard.

Notre intention n'est pas de donner ici une histoire complète de ce singulier phénomène et d'énumérer successivement les diverses chutes de météorites qui ont été bien constatées. Ceux qui désireraient des détails étendus sur ce point intéressant doivent recourir aux ouvrages qui en ont parlé spécialement, et en particulier aux mémoires de MM. Chladni, Bigot de Morogues et à la *lithologie atmosphérique* de M. Izarn. Nous nous contenterons d'extraire de ces ouvrages les faits les mieux avérés, ceux enfin qui ont déterminé la conviction des savans.

1° Le 7 novembre 1492, entre onze heures et midi, il tomba à Einsisheim en Alsace une météorite du poids de 260 livres. L'empereur Maximilien Ier se trouvait par hasard dans ce bourg; il se fit apporter cette pierre qui était encore chaude et la fit suspendre dans le chœur de l'église d'Einsisheim. Plus tard elle fut déposée dans la bibliothèque de Colmar. Un fragment du poids de vingt livres en a été détaché et envoyé au muséum d'histoire naturelle à Paris. On le voit encore aujourd'hui dans les collections de cet établissement.

2° En Croatie, à Straschina, près d'Agram, il est tombé le 26 mai 1751, à six heures du soir, deux météorites, l'une pesant 16 livres, l'autre en pesant 71. Ce phénomène avait été précédé de quelques signes précurseurs. Un globe lumineux se dirigeant à l'est fut aperçu dans l'atmosphère par un très-grand nombre de personnes; en même temps un bruit comparable à celui de plusieurs chariots roulant rapidement sur le pavé se

faisait entendre; le globe lumineux éclata en produisant une détonation semblable à celle d'une pièce d'artillerie du plus fort calibre, avec dégagement d'une fumée noire et épaisse. Les deux fragmens tombèrent à peu de distance l'un de l'autre. Ces météorites étaient composées de fer natif. Comme les masses de la Sibérie, elles étaient poreuses à la surface et dans leur intérieur. C'est un fait digne de la plus grande attention, car il explique et confirme pleinement l'opinion aujourd'hui admise par tous les minéralogistes de l'origine de ces masses de fer observées en Sibérie, au Sénégal, dans l'Amérique, etc. Ce sont évidemment malgré leur volume considérable de véritables aérolithes, ainsi que nous l'avons dit en traitant du *fer natif*. (V. pag. 293.)

3° A Lucé (département de la Sarthe) il tomba, le 13 septembre 1768, vers quatre heures et demie du soir, une pierre du poids de 7 livres. L'Académie des sciences reçut cette pierre avec une relation très-circonstanciée de ce phénomène. Lavoisier en fit l'analyse conjointement avec Cadet et Fougeroux, et déclara que la prétendue pierre tombée du ciel n'était qu'un grès pyriteux qui avait été frappé par la foudre. Ainsi à cette époque les savans rejetaient encore avec dédain l'idée de l'origine atmosphérique de ces pierres.

4° A Jaissac et Barbotan, en Gascogne, entre neuf et dix heures du soir, il tomba le 24 juillet 1790 une pluie de pierres sur une étendue de terrain assez grande. Ce phénomène fut précédé de l'apparition d'un globe lumineux qui pour la grandeur et l'éclat surpassait la lune. La détonation fut assez violente pour être entendue à Tou-

louse, à Bordeaux, à Bayonne, à Agen, à Mont-de-Marsan.

5° Le 16 juin 1794 on vit tomber une météorite à Sienne, en Toscane, entre sept et huit heures du soir. Cette chute, dont Soldani avait été témoin, donna lieu aux premiers écrits qui furent publiés sur ce sujet.

6° A Wood-Cottage, dans le Yorckshire, en Angleterre, il tomba le 13 décembre 1795 une météorite pesant 48 livres. Le phénomène fut accompagné de circonstances particulières et constaté d'une manière si précise, que les savans anglais ne purent se refuser à l'évidence, et dès cette époque ils regardèrent ces pierres comme tombant en effet de l'atmosphère.

7° Auprès de Bénarès, au Bengale, il tomba le 19 décembre 1798 une pluie de météorites, dans une étendue d'environ deux milles. Plusieurs de ces météorites furent envoyées à Londres, et examinées avec soin par MM. de Bournon et Howard. La comparaison que ces savans en firent avec celles que l'on possédait déjà de plusieurs autres localités, corrobora l'opinion qui s'était formée en Angleterre sur l'origine des aérolithes depuis la chute de celles de Wood-Cottage. Notre célèbre chimiste Vauquelin ayant analysé un morceau de ces météorites de Bénarès, déclara, devant l'institut de France, que ces météorites étaient bien des masses tombées du ciel; qu'il en était tombé en France, en Angleterre, en Italie, dans l'Inde et que, malgré les différences de localités, elles se ressemblaient par leurs caractères physiques et leur composition chimique.

Malgré cette déclaration authentique d'un des chi-

mistes les plus remarquables de l'époque, l'opinion des savans français était restée encore bien indécise, quand la reproduction du phénomène vint lever tous les doutes.

8° Le 25 avril 1803, vers une heure après midi, il tomba à l'Aigle, petite ville du département de l'Orne, à environ 36 lieues nord-ouest de Paris, une pluie effrayante de météorites. Le bruit que fit à Paris un phénomène aussi remarquable, et qui avait lieu dans une ville aussi rapprochée, attira l'attention de l'institut. M. Biot fut envoyé sur les lieux pour constater les faits et recueillir toutes les circonstances qui les avaient accompagnés. Le rapport fait par ce savant physicien, à son retour de l'Aigle, dissipa tous les doutes qui restaient encore dans les esprits, et, depuis cette époque, on n'a plus été occupé que d'expliquer un phénomène dont la réalité ne pouvait être contestée.

On possède encore d'autres exemples de météorites tombées en France depuis cette époque. Ainsi, en 1812, M. Daubuisson fut envoyé pour en constater un qui s'était produit aux environs de Grenade, à 7 lieues au nord-ouest de Toulouse. On ne vit pas de globe lumineux parce que l'atmosphère était très-chargée de nuages, mais simplement une lueur qui, suivant quelques témoins, aurait duré près d'une minute. La détonation fut assez forte pour avoir été entendue à plus de vingt lieues de distance.

A Juvenas, canton d'Antraignes, département de l'Ardèche, vers trois heures après midi, il tomba le 15 juin 1821, à la montagne d'Oulète, deux aérolithes,

pesant l'une 184 livres, l'autre 2 livres seulement.

Enfin à Angers, le 3 juin 1822; à deux lieues d'Épinal, à l'entrée de la forêt de Taunières, le 13 septembre 1822, on constata également la chute d'aérolithes.

Ainsi aujourd'hui il est bien reconnu que les pierres désignées sous les noms de *bolides*, de *météorites*, d'*aérolithes*, de *pierres tombées du ciel*, de *pierres de foudre*, etc., sont tombées de l'atmosphère à la surface de la terre.

Examinons maintenant quels sont les phénomènes qui accompagnent la chute des météorites; nous parlerons ensuite de leur composition chimique et nous terminerons en disant quelques mots des hypothèses principales qui ont été émises pour expliquer ce singulier phénomène.

En général la chute des météorites est précédée de l'apparition, dans l'atmosphère, d'un corps lumineux dont l'éclat est quelquefois très-vif et qui se meut avec une assez grande vitesse, et constamment dans la même direction que celle du méridien magnétique. Quelquefois on aperçoit une simple lueur, sans point lumineux. Dans le même moment un bruit plus ou moins fort se fait entendre; ce bruit a toujours été comparé soit au roulement des tambours, soit à celui de chariots pesamment chargés roulant avec vitesse sur le pavé. Bientôt une explosion violente a lieu et produit une détonation qui s'est fait quelquefois entendre en même temps dans des lieux éloignés les uns des autres de plus de 60 à 80 lieues, comme lors de celui de Barbotan, où l'explosion fut entendue à la fois à Bordeaux, à Bayonne, à Mont-

de-Marsan, à Agen et à Toulouse. Au moment de l'explosion, il y a production d'une fumée plus ou moins épaisse, tantôt noire, tantôt blanchâtre. Le nombre des météorites qui tombent en même temps est très-variable, puisque quelquefois il n'y en a qu'une seule, tandis que dans d'autres circonstances on en compte plusieurs milliers. On a cherché à évaluer la hauteur à laquelle les aérolithes apparaissent dans l'atmosphère et la vitesse avec laquelle ils se meuvent. Mais on conçoit qu'il est impossible d'avoir des données bien certaines sur ce point. M. Bouditch a publié, d'après l'observation des phénomènes qui ont accompagné l'apparition de la météorite qui s'est montrée en 1807 à Weston, dans le Connecticut, qu'elle était à une hauteur de près de 30 milles mètres, c'est-à-dire 6 à 7 lieues, que sa vitesse était de 4834 mètres par seconde, c'est-à-dire dix fois plus grande que celle d'un boulet de canon, et moitié moindre de celle avec laquelle la terre tourne autour du soleil; mais nous le répétons, il est fort difficile d'arriver à une estimation rigoureuse.

Les météorites, quel que soit le lieu où leur chute s'est opérée, présentent en général une ressemblance très-grande dans leurs caractères extérieurs et leur composition chimique. Cependant nous devons établir ici deux espèces de météorites qui diffèrent l'une de l'autre par des caractères assez tranchés: 1° Celles qui sont presqu'exclusivement composées de fer natif et qu'on pourrait appeler *météorites métalliques*; 2° celles qui contiennent outre le fer diverses matières terreuses et qu'on nommerait *météorites pierreuses*.

Les masses de fer météorique ou *météorites metalliques* sont ordinairement inégales et poreuses. Ces petites cavités inégales sont en général remplies par une matière vitrifiée que l'on regarde comme fort analogue au peridot volcanique. Très-souvent une légère couche de matière noirâtre et vitreuse recouvre leur surface, les garantit du contact de l'air et de l'humidité, et s'oppose à leur oxidation. Le fer à l'éclat natif forme la plus grande partie de ces météorites. Il y est plus ductile, plus blanc et plus brillant que le fer forgé. Toujours il est associé au nickel, dont la proportion est variable. On y trouve également de la silice, de la magnésie et du cobalt.

Les *météorites pierreuses* sont plus fréquentes que les précédentes. Elles forment des masses tout à fait irrégulières, relevées d'arêtes ou de lignes émoussées, recouvertes d'une couche de matière noirâtre et vitrifiée. Leur cassure est ordinairement inégale et rabotteuse; composée de grains semblables à ceux d'un grès grossier, de couleur grisâtre, parmi lesquels on distingue des grains d'un métal brillant, qui, à l'air, finissent par former des taches de rouille. Ces météorites sont souvent assez fragiles, quelquefois néanmoins plus ou moins dures, leur croute étincelle sous le choc du briquet et raye le verre. Leur densité varie de 3,3 à 4,3.

Les diverses analyses qui ont été publiées de ces pierres, par plusieurs des plus célèbres chimistes, ont prouvé qu'elles étaient composées de silice, de magnésie, d'alumine, de fer, de nickel et de chrôme, tantôt à l'état natif, tantôt à celui d'oxide. On y trouve aussi du soufre, de la chaux et de la soude.

D'après un relevé qui a été fait par feu M. Léman des résultats de vingt-huit analyses de météorites, qui ont été publiées, on a observé :

1° Toutes les météorites pierreuses contiennent de la silice dans des proportions qui varient de 21 à 56 pour cent.

2° Elles contiennent du fer métallique de 20 à 47.

3° Le nickel y manque rarement. Il y est quelquefois pour 6 sur cent.

4° La magnésie n'a manqué que dans deux de ces analyses. Sa proportion est quelquefois de 25 à 30 pour cent.

5° Le soufre manque rarement ; il y est quelquefois jusqu'à 9 pour cent.

6° Enfin les matières suivantes peuvent être regardées simplement comme principes additionnels :

L'alumine, la chaux, le carbone, le manganèse, le chrôme, le cobalt.

Cependant les analyses très-exactes faites d'un grand nombres d'aérolithes, par Laugier, ont prouvé que le soufre, le nickel et le chrôme faisaient constamment partie de ces pierres, mais qu'ils y étaient quelquefois en proportion très-minime.

Trois hypothèses principales ont été proposées pour expliquer le phénomène de la chute et de la formation des aérolithes, 1° les aérolithes ont été formées dans l'atmosphère par suite de la condensation subite des parties qui les composent, et qui s'y trouvaient répandues à l'état de vapeurs. Cette opinion a été soutenue par M. Séguin dans deux mémoires spéciaux, le premier, présenté

à l'institut, en 1807, l'autre publié en 1813 dans les annales de chimie et de physique. Mais s'il est bien difficile, d'admettre la gazéification de matières telles que le fer, la silice, l'alumine, la magnésie, etc., il ne l'est pas moins de concevoir la cause accidentelle qui peut condenser en un seul instant une aussi énorme quantité de ces vapeurs, pour en former des masses telles que sont la plupart des météorites connues.

Une autre opinion, qui a été présentée par Werner et Laplace, regarde les corps qui nous occupent comme provenant des volcans de la lune. Ce sont des fragmens qui ont été lancés par ces volcans et qui sont entrés dans la sphère d'attraction de notre planète. Plusieurs mathématiciens, MM. Poisson et Biot, entre autres, ont cherché à appuyer cette hypothèse de l'autorité des calculs rigoureux des mathématiques. Ce dernier savant a reconnu qu'une force de projection d'une vitesse de 2147 mètres par seconde, suffirait pour lancer un corps de la lune jusqu'à la terre; cette vitesse serait cinq fois plus grande que celle d'un boulet de canon, et que celle des corps lancés par nos volcans terrestres. Mais rien ne justifie cette hypothèse. L'existence des volcans dans la lune est loin d'être prouvée, et le fût-elle, il faudrait encore admettre que toutes les déjections de ces volcans sont presque identiques.

3° Enfin une troisième hypothèse est celle de Chladni et de Lagrange : les météorites, suivant le premier, sont de petites planètes ou des comètes errantes dans l'espace, et qui, en se mouvant dans leurs orbites, finissent par entrer dans la sphère d'attraction de la terre. Une fois

arrivées dans notre atmosphère, la rapidité avec laquelle elles se meuvent et la résistance que l'air leur oppose, les enflamment, les éclatent et leurs fragmens sont ainsi lancés à la surface de la terre.

L'opinion de Lagrange et de plusieurs autres physiciens diffère un peu de la précédente. Ils admettent que les météorites sont des fragmens d'une planète brisée errans dans l'espace, et qui, à mesure qu'ils se rapprochent de nous, entrent dans notre sphère d'attraction, s'enflamment et se brisent en éclats.

Il est fort difficile de se prononcer pour l'une des opinions ou hypothèses que nous venons de faire connaître. Cependant celles de Chladni et de Lagrange paraissent aujourd'hui réunir en elles le plus de probabilités, et c'est celles que les physiciens et les astronomes sont le plus disposés à adopter.

FIN.

SBN 610925

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES ESPÈCES MINÉRALES.

A.

Pages.

Acadèse 290
Acides arsenieux 266
— carbonique 225
— hydrochlorique 199
— hydrosulfurique 227
— sulfureux 196
— sulfurique 197
Actinote 83
Ætite 299
Agathe 203
— arborisée 203
— onyx 203
— organoïde 203
— pseudomorphique 203
Aigue-marine 238
Albite 81
Aluminate de magnésie 234
Alumine fluatée siliceuse 233
— libre 231
— sulfatée alcaline 232
— sous-sulfatée alcaline 231
Aluminium 230
Alun 232
Alun ammoniacal 258
Alunite 231
Ambre jaune 222
Ammoniaque muriatée 257
— sulfatée 256
Amphibole 82
Amphibolite 83

Pages.
Anglisite 361
Anthracite 213
Antimoine 275
— gris 277
— natif 275
— oxidé blanc 277
— oxisulfuré 279
— rouge 279
— sulfure 277
Argent 372
— antimonial 373
— antimonié sulfuré 373
— antimonié sulfuré noir 374
— carbonaté 375
— corné 376
— muriaté 376
— natif 372
— noir 374
— rouge 373
— sulfuré 375
— vitreux 375
Argiles 234
— à foulon 235
— figuline 235
— kaolin 235
— ocres 236
— ocreuse pâle 236
— — rouge 235
— plastique 235
— smectique 235
Arsenic 264
Arsenic natif 264
— oxidé 266
Arseniure de cobalt 319
— de nickel 324
Asphalte 221
Atacamite 334
Augite 83
Azurite 333

B.

Pages.

Barium 243
Barytine 243
Basalte 104
Béril 238
Bismuth 351
— natif 354
— oxidé 355
— sulfuré 356
Bitume élastique 222
Bitumes 219
Blende 346
Bleu de montagne 333
Bol d'Arménie 235
Boracite 241
Borate (sous) de soude 252
Borax 252
Bore 199
Borique hydraté (acide) 200

C.

Cadmium 350
Calamine 345-347
Calcaire 83-241
— alpin 92
— à cérites 94
— jurassique 92
— oolithique 92
Calcédoine 203
Calcium 241
Calomel 370
Caoutchouc minéral 222
Carbonate de baryte 243
— de magnésie 240
— de strontiane 242
— sous-carbonate de soude 244
Carbone 209
Carbonique (acide) 225
Carbure de fer 224
— d'hydrogène 228

Pages.
Célestine..... 243
Cendre verte..... 332
Cérium..... 286
Céruse..... 360
Chalcolite..... 342
Chalcopyrite..... 330
Chalkosine..... 329
Chaux carbonatée..... 241
— fluatée..... 242
— nitratée..... 242
Chlore..... 198
Chlorure de cuivre..... 334
— de sodium..... 247
Chrôme..... 270
— oxidé..... 270
Chrysoprase..... 203
Cinnabre..... 369
Charbon de terre..... 214
Cobalt..... 317
— arseniaté..... 321
— arsenical..... 319
— éclatant..... 320
— gris..... 320
— oxidé..... 318
— oxidé noir..... 318
— sulfuré..... 318
Cobaltine..... 320
Colcothar..... 297
Colombite..... 285
Colombium..... 284
Corindon..... 231
Cornaline..... 203
Couperose bleue..... 336
— verte..... 308
Craie de Briançon..... 240
— d'Espagne..... 240
Cristal de roche..... 202
Cristaux de Vénus..... 336
Cuivre..... 326

Pages.
Cuivre arseniaté 335
— azuré 333
— bleu 333
— carbonaté bleu azuré 333
— — vert 332
— dioptase 337
— gris 331
— muriaté 334
— natif 327
— oxidulé 328
— phosphaté 335
— pyriteux 330
— rouge 328
— sélénié 331
— sulfaté 336
— sulfuré 329
— vitreux 328-329

D.

Diallage 83
Diallogite 292
Diamant 210
Diorite 88

E.

Ecume de mer 240
Elasmose 280
Elatérite 222
Emeraude 238
Epsomite 239
Erythrine 321
Etain 351
— oxidé 352
— sulfuré 353
Exanthalose 246

F.

Feldspath 81
Fer 292
— arseniaté 308
— arsenical 304
— azuré 306

Pages.
Fer carbonaté..... 305
— chrômaté..... 307
— chrômé..... 307
— en grains..... 299
— hydraté..... 299
— hydroxidé..... 299
— météorique..... 294
— micacé..... 297
— natif..... 293
— oligiste..... 297
— oxidé brun..... 299
— oxidé magnétique..... 296
— oxidé rouge..... 297
— oxidulé..... 296
— phosphaté..... 306
— spathique..... 305
— sulfaté..... 308
— sulfuré blanc..... 302
— sulfuré jaune..... 300
Fleurs argentines d'antimoine..... 277
Fluorite..... 242

G.

Gadolinite..... 237
Galène..... 359
Gioberite..... 240
Girasol..... 206
Glucium ou Glucynium..... 237
Gneiss..... 86
Grammatite..... 83
Graphite..... 224
Granit..... 85
Grauwachen..... 90
Grès..... 90
Grizou..... 228
Gypse..... 85-241

H.

Harkise..... 324
Hémalite brune..... 299
— noire..... 299
— rouge..... 297
Hornblende..... 83

Pages.

Houille 214
Hyacinthe 230
Hydrocarbonate de cuivre 332
Hydrochlorate d'ammoniaque 257
— de soude 247
Hydrochlorique (acide) 199
Hydrogène 226
— semi-carboné 228
Hydrophane 206
Hydrosulfurique (acide) 227

I.

Iridium 393
Iridosmine 393

J.

Jargon 230
Jaspe 204

K.

Kaolin 235
Karabé 222
Kermès naturel 279
Kobaldine 318
Kupfernickel 324

L.

Laves 165
Léberkise 303
Leptinite 86
Lias 92
Lignite 216
Limonite 299
Lithium 244

M.

Magnésie boratée 241
Magnésite 240-241
Magnésium 238
Malachite 332
Malthe 221
Manganèse 287

Pages.
Manganèse brun 289
— carbonaté 292
— hydraté cristallisé 289
— oxidé argentin 290
— — friable 289
— — lithoïde 292
— — métalloïde 288
— — prismatique 290
— — terreux 290
— peroxidé 288
— phosphaté 292
— sulfuré 291
Manganite 290
Marnes 236
Mascagnine 256
Mélanterie 308
Mercure 367
— argental 368
— chloruré 370
— corné 370
— muriaté 370
— natif 367
— sulfuré 369
Métaux en général 259
Mica 81
Micaschiste 87
Mine d'acier 305
— d'étain blanche 274
— de fer en poix 341
— de plomb 224
Mispikel 304
Molybdène 271
— sulfuré 272
Mort aux rats 266

N.

Naphte 219
Natron 244
Nickel 323

Pages.
Nickel arseniaté 325
— arsenical 324
— natif 328
— oxidé noir 325
— sulfuré 321
Nickéline 324
Nickelocre 325
Nitrate de potasse 254
Nitre 254

O.

Ocre rouge 297
Octaèdrite 283
Oïsanite 283
Opale 205
Or 379
— blanc 280
— natif 379
— paradoxal 280
— problématique 280
Orpiment 269
Orthose 81
Osmium 392
Osmiure d'iridium 393
Oxide (proto) d'antimoine 277
— blanc d'arsenic 266
— (sesqui) de manganèse 289
— de zinc ferro-manganésien 345

P.

Palladium 394
Panabase 331
Pechblende 341
Pegmatite 86
Pétrole 220
Phosphore de Bologne 243
Phyllade 90
Pierre d'aigle 300
Pierre d'aimant 296

Pages.
Pierre d'Arménie..... 333
Pierre calaminaire..... 345
Pierre à chaux..... 83
— à fusil..... 204
— de lard..... 240
— meulière..... 204
— à plâtre..... 85
Platine..... 394
— natif..... 391
Plomb..... 357
— blanc..... 360
— carbonaté..... 360
— chrômaté..... 363
— jaune..... 364
— minium..... 358
— molybdaté..... 364
— natif..... 357
— gomme..... 364
— phosphaté..... 361
— rouge..... 363
— spathique..... 364
— sulfaté..... 361
— sulfuré..... 359
— vert..... 361
— vitreux..... 361
Plombagine..... 224
Potasse nitratée..... 254
— sulfatée..... 255
Potassium..... 253
Protogyne..... 86
Pyrite arsenicale..... 304
Pyrite blanche..... 302
— brune..... 303
— capillaire..... 324
— de cuivre..... 330
— de fer..... 300
— hépatique..... 302
— magnétique..... 303

Pages.
Pyrite martiale..... 300
Pyrite rayonnée..... 302
Pyrolusite..... 288

Q.

Quarz..... 201
— agathe..... 203
— améthyste..... 202
— enfumé..... 202
— hématoïde..... 202
— hyalin..... 80-202
— prase..... 202
— résinite..... 205

R.

Réalgar..... 268
Rubis..... 234

S.

Salmiac..... 257
Salpêtre..... 254
Sanguine..... 297
Sardoine..... 203
Sassoline..... 200
Schéelin..... 273
— calcaire..... 274
— ferrugineux..... 274
Schéelite..... 274
Schiste argileux..... 87
Schorl rouge..... 282
— bleu..... 283
Scorodite..... 308
Sélénite..... 241
Sel admirable..... 246
— ammoniac..... 257
— de cuisine..... 247
— de duobus..... 255
— d'Epsom..... 239
— gemme..... 247
— de Glauber..... 246

Pages

Sels marin..... 247
— sédatif de Homberg..... 200
— de Sédlitz..... 239
— polycreste de Glaser..... 255
Serpentines..... 82
Sidérose..... 305
Siénite..... 87
Silex carié..... 204
— pyromaque..... 204
Silicates..... 206
Silice..... 201
Silicium..... 201
Smaltine..... 319
Sodium..... 244
Soude boratée..... 252
— muriatée..... 247
— sulfatée effleurie..... 246
Soufre..... 193
— natif..... 191
Spath d'Islande..... 241
— fluor..... 242
— pesant..... 243
— vitreux..... 242
Sperkise..... 302
Spinelle..... 234
Stéatite..... 240
Stibine..... 277
Strontianite..... 242
Strontium..... 242
Succin..... 222
Sulfate de baryte..... 243
— de magnésie hydraté..... 239
— de strontiane..... 243
Sulfo-arseniure de cobalt..... 320
Sulfure..... 269
— (deuto) d'arsénic..... 269
— (proto) d'arsénic..... 268
— (sesqui) d'arsénic..... 269

Pages.
Sulfureux (acide) 196
Sulfurique (acide) 197
Sylvane 280

T.

Talc 82-240
Tantalate d'yttria 285
TANTALE 284
— oxidé 285
— oxidé yttrifère 285
Tantalite 285
Tartre vitriolé 255
TELLURE 280
— auro-plumbifère 280
— natif 280
Tennantite 331
Terre à porcelaine 235
— anglaise 235
— de Cassel 217
— de Cologne 217
— de pipes 235
— glaise 235
— d'ombre 217
— sigillée 236
Tinkal 252
TITANE 281
— anatase 283
— oxidé rouge 282
— ruthile 282
Titanite 282
Topaze 233
Tourbe 217
Tourmaline 308
Trachyte 104
Tremolite 83
Trona 246
Tungstatate de chaux 274
— de fer et de manganèse 274
— de plomb 275
TUNGSTÈNE 273

U.

URANE 340

Pages.

Urane jaune. 342
— micacé. 342
— oxidulé. 341
— noir. 341
— phosphaté. 342
— sulfaté. 343
Urao. 246

V.

Vert de montagne. 332
— de Schéele 267
— de Sweinfurt. 267
Vif-argent. 367
Vitriol blanc. 348
— bleu. 336
— vert. 308

W.

Witherite. 243
Wolfram. 274

Y.

Yttrium. 237
Yttrocérite 237
Yttrotantale 237-285

Z.

Ziguéline 328
Zinc. 343
— carbonaté 347
— oxidé ferrifère 345
— oxidé, hydraté siliceux 345
— oxidé rouge 345
— oxidé silicaté 345
— sulfaté. 348
— sulfuré. 346
Zircon 230
Zirconium 230

FIN DE LA TABLE.

I. 7 *la connaissance de l'acide ou*

	.....	SULFATE.
	, puis rouge.....	CHRÔMATE.
	.....	TUNGSTATE.
	alcination.....	MOLYBDATE.
Dissolution.	.....	BORATE.
	.....	ARSENIATE.
	onnant par la chaleur de l'arsenic.....	ARSENITE.
	e donnant pas d'arsenic.....	PHOSPHATE.
	.....	CARBONATE.
	.....	SULFURE.
	.....	ARSÉNIATE.
	.....	ARSENITE.
	.....	CHLORURE.
	.....	IODURE.
	ue qui attaque le verre.	FLUORURE.
	et des vapeurs jaunes	NITRATE.

II. *Tableau* *issance de la base ou du*

Précipité chlorure de so	Argent.
	Baryte.
	Strontiane.
	Chaux.
Point de par le chlorui-dium.	Lithine.
	Potasse.
	Soude.
	cali.
Précipité bles	Zinc.
	Cadmium.
Id. ja	Palladium.
	Cuivre.
Id. bl	Cobalt.
Id. v	Nickel.

DANS L'AMMONIAQUE.

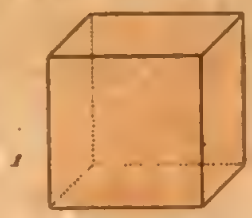
.....	DEUTOXIDE MANGANÈSE.
.....	PEROXIDE DE FER.
n.	OXIDE D'URANE.
.....	OXIDE DE FER INTERMÉDIAIRE.
de cuivre.....	PROTOXIDE MERCURE.
.....	OXIDE DE CHRÔME.

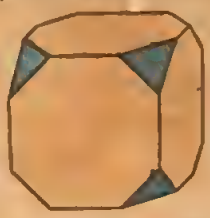
DANS L'AMMONIAQUE.

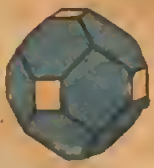
ant brun par son ex-	PROTOXIDE MANGANÈSE.
récipité formé est ressout par un excès : carbonate d'ammoaque.	GLUCYNE.
ipité insoluble dans ı excès d'ammoniaıe.	ALUMINE.
ipité blanc par le prusıte jaune.	YTTRIA.
t de précipité.	ZIRCONE.
.....	OXIDE BISMUTH.
ne de cuivre.....	DEUTOXIDE MERCURE.
ulfurique.....	OXIDE PLOMB.
.....	OXIDE D'ANTIMOINE.
une et la noix de galle.	PROTOXIDE D'ÉTAIN.
x de galle	DEUTOXIDE D'ÉTAIN.

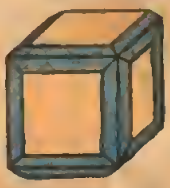
Pl. 1.

I. Système du Cube.

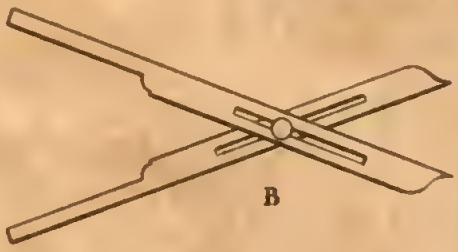


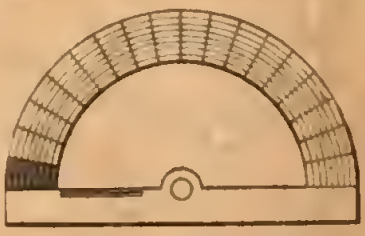






Goniomètre de Garengeot.

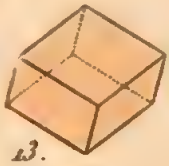




BIBLIOTECA NAZIONALE NAPOLI

Pl. 2.

II. Système du Rhomboèdre.


13.

14.

15.

16.

17.

18

III. Système du Prisme droit à base carrée.

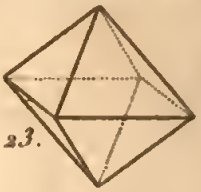
19

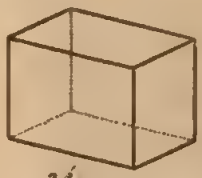
20.

21.

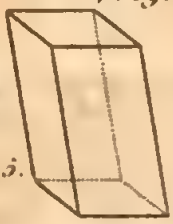
IV. Système du Prisme droit à base rectangle.

22.

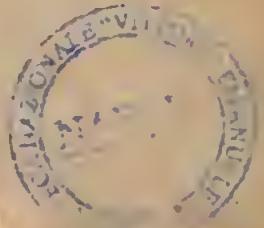

23.


24

V. Système du Prisme oblique à base rectangle.


25.

26.

27.

28.